anxa
88-B
13399

44
29188

Dr. Vilee.

Das Weltsystem,

oder die

Entstehung und Bewegung

der

Sonne, der Planeten, Monde und Kometen.

Von

Dr. Franz Klee,

praktischem Arzte und Mitglied der rheinisch naturforschenden Gesellschaft zu Mainz.

Mainz,

bei Kirchheim, Schott und Thielmann.

1836.

Eigentum der Universität
Frankfurt a/M.

Abgegeben Dublette
der Stadt- u. Univ. Bibl.
Frankfurt/M.

Vorrede.

Vorliegende Schrift entstand aus einer kleinen Abhandlung, welche ich am 1. Juni 1835 in der Rheinisch naturforschenden Gesellschaft zu Mainz vorgelesen habe. Die günstige Aufnahme, deren sie sich zu erfreuen hatte, bewog mich, dieselbe weiter auszuarbeiten und dem Drucke zu übergeben. In der erwähnten Abhandlung hatte ich mich darauf beschränkt, die Bewegung der Sonne, der Planeten und Monde zu erörtern; in gegenwärtiger weiterer Ausführung aber habe ich es auch versucht, die Entwickelung unseres Planetensystems und die Entstehung und Bewegung der Kometen zu erklären.

Es könnte wohl vermessen scheinen, dass ich es gewagt habe, über diesen schwierigen Gegenstand eine neue Ansicht aufzustellen, da die vielen bisher aufgestellten Hypothesen selbst ausgezeichneter Naturforscher grösstentheils verunglückt sind, oder doch zu keinem befriedigenden Resultate geführt haben. Allein es ist zu bedenken, dass wir durch das Misslingen früherer Versuche uns nicht von neuen abschrecken lassen dürfen; im Gegentheile müssen wir die Hoffnung hegen, dass unsere wissenschaftlichen Bestrebungen über kurz oder lang doch endlich einmal mit einem glücklichen Erfolge gekrönt werden können. Auch misslungene Versuche sind nicht immer ganz fruchtlos, sondern öfters für

die Folge mehr oder weniger nützlich; denn dadurch dass man die früher gemachten Fehler kennen lernt, wird man in Stand gesezt, ähnliche Missgriffe später zu vermeiden.

Ich habe diese Abhandlung nicht blos für Männer von Fach, sondern auch für gebildete Laien, welche an diesem Zweige der Naturwissenschaft Interesse nehmen, bestimmt, und daher die Beschreibung des Planetensystems wie auch einiges Andere, was zum Verständniss nothwendig oder nützlich schien, mit aufnehmen zu müssen geglaubt. Neue astronomische Beobachtungen oder Berechnungen sind in derselben nicht zu finden, da nur die bisher bekannten Thatsachen für den oben erwähnten Zweck benutzt wurden.

Ob ich in diesem Unternehmen glücklicher gewesen als meine Vorgänger, ob ich dem vorgesteckten Ziele näher gekommen bin oder nicht, darüber mögen competente Richter entscheiden. Es würde mich sehr freuen, wenn es mir gelungen wäre, hiermit einen kleinen Beitrag zur Förderung der Wissenschaft geliefert zu haben.

Mainz, den 1. Mai 1836.

Der Verfasser.

Inhaltsanzeige.

§. 1. Darstellung unseres Planetensystems.

§. 2. Merkwürdige Beziehungen zwischen der Sonne, den Planeten und ihren Monden.

§. 3. Hypothese von Descartes.

§. 4. Hypothese von Büffon.

§. 5. Hypothese von Laplace.

§. 6. Hypothese von Gelpke.

§. 7. Hypothese von Gruithuisen.
Ansicht des Verfassers.

§. 8. Vorbemerkungen über die Schwung-, Tangential- und Centrifugalkraft.

§. 9. Verhältniss der Tangential- und der Centripetalkraft an verschiedenen Puncten der Erdoberfläche.

§. 10. Verhältniss der Tangential- und der Centripetalkraft in verschiedenen Entfernungen von der Erdoberfläche.

§. 11. Richtung der Tangential- und Centrifugalkraft an verschiedenen Stellen auf und über der Erdoberfläche.

§. 12. Die Tangential- und Centrifugalkraft auf andern Weltkörpern.

§. 13. Die Umlaufsbewegung der Planeten.

§. 14. Uebergang der Planeten von einer Hemisphäre der Sonne zur andern.

§. 15. Elliptische Gestalt der Planetenbahnen.

§. 16. Differenz zwischen Sonnennähe und Sonnenferne bei verschiedenen Planeten.

§. 17. Rotation der Planeten.

§. 18. Bewegung der Monde.

§. 19. Ungleichheiten in den Bewegungen der Planeten und Monde.

§. 20. Rotation der Sonne.

§. 21. Verbrennungs-Prozess auf der Sonne.

§. 22. Natur, Entstehung und Fortdauer dieses Verbrennungs-Prozesses.

§. 23. Ueber die Entstehung des Weltsystems überhaupt.

§. 24. Ueber die Entstehung unseres Sonnensystems ins Besondere.

Anhang.

Ueber die eigenthümlichen Erscheinungen der Kometen.

§. 1.

Darstellung unseres Planetensystems.

Die Erde und der Mond nebst mehreren anderen ähnlichen Weltkörpern bilden mit der Sonne gleichsam eine Familie oder ein System, welches daher auch Planeten- oder Sonnensystem genannt worden ist. Zu diesem Systeme gehören die Sonne, elf Planeten, achtzehn Monde und eine noch unbekannte Anzahl von Kometen. Die Sonne ist der Hauptkörper des ganzen Systems und befindet sich in der Mitte desselben. Sie hat einen Durchmesser von 188,000 deutschen Meilen, eine Oberfläche von 111,000 Millionen Quadratmeilen, einen kubischen Inhalt von 3,500 Billionen Kubikmeilen und dreht sich binnen 25 Tagen 12 Stunden um ihre Axe, was man besonders aus dem Fortrücken der Sonnenflecken und ihrer periodischen Wiederkehr erkennt. Rings um die Sonne laufen in verschiedenen Entfernungen und in mehr oder weniger kreisförmigen Bahnen elf Planeten, welche während ihres Kreislaufes sich zugleich um ihre Axe drehen. Diese Planeten sind: 1) der Merkur, 2) die Venus, 3) die Erde, 4) der Mars, 5) die Vesta, 6) die Juno, 7) die Ceres, 8) die Pallas, 9) der Jupiter, 10) der Saturn und 11) der Uranus.

In Betracht der einzelnen Planeten sind besonders folgende Verhältnisse zu bemerken:

1) Der Merkur hat einen Durchmesser von 600 d. M., ist bei mittlerer Entfernung über 8 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, durchläuft seine Bahn in 87 Tagen 23 Stunden, und demnach in jeder Secunde ungefähr $6^{7}/_{10}$

d. M. und dreht sich in 24 Stunden 5 Minuten 30 Secunden um seine Axe, wobei jeder Punct seines Aequators in einer Secunde ungefähr 504 pariser Fuss zurücklegt.

2) Die Venus hat einen Durchmesser von 1,678 d. M., ist bei mittlerem Abstande über 15 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, durchläuft ihre Bahn in 224 Tagen 17 Stunden, demnach in jeder Secunde ungefähr $4^{9}/_{10}$ d. M., und dreht sich in 23 Stunden 21 Minuten um ihre Axe, wobei jeder Punct ihres Aequators in einer Secunde 1,430 pariser Fuss zurücklegt.

3) Die Erde hat einen Durchmesser von 1,720 d. M., ist bei mittlerem Abstande über 20 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, durchläuft ihre Bahn in einem Jahre d. h. in 365 Tagen 6 Stunden, demnach in jeder Secunde ungefähr $4^{7}/_{10}$ d. M., dreht sich in 23 Stunden 50 Minuten um ihre Axe, wobei jeder Punct ihres Aequators in einer Secunde ungefähr 1,422 pariser Fuss zurücklegt.

Rings um die Erde läuft noch ein anderer Weltkörper, nämlich: der Mond. Derselbe hat einen Durchmesser von 466 d. M., ist bei mittlerem Abstande von dem Mittelpuncte der Erde über 51,600 d. M. entfernt, und durchläuft seine Bahn in 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten, wobei er in jeder Secunde 3154 pariser Fuss weit fortrückt.

4) Der Mars, dessen Durchmesser 1,000 d. M., und dessen mittlere Entfernung von der Sonne über 31 Millionen Meilen beträgt, durchläuft seine Bahn in einem Jahre 322 Tagen 17 Stunden, und demnach in jeder Secunde ungefähr $3^{4}/_{10}$ d. M., und dreht sich in 24 Stunden 40 Minuten um seine Axe, so dass jeder Punct seines Aequators in einer Secunde ungefähr 798 pariser Fuss zurücklegt.

5) Die Vesta ist unter allen Planeten am kleinsten und erst am 29. März 1807 von *Olbers* in Hamburg entdeckt worden. Sie hat einen Durchmesser von 59 d. M., ist bei mittlerem Abstande über 49 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, und durchläuft ihre Bahn in drei Jahren 346 Tagen, und demnach in jeder Secunde $2^{7}/_{10}$ d. M. Eine

Axendrehung ist an ihr bis jezt noch nicht wahrgenommen worden.

6) Die Juno, welche am 1. September 1804 von *Harding* in Lilienthal entdeckt worden ist, hat einen Durchmesser von 508 d. M., ist bei mittlerer Entfernung über 55 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, und vollendet ihren Kreislauf in vier Jahren 126 Tagen, wobei sie in jeder Secunde $2\,^{6}/_{10}$ d. M. zurücklegt. Eine Axendrehung ist an ihr bis jezt noch nicht wahrgenommen worden.

7) Die Ceres, welche am 1. Januar 1801 von *Piazzi* in Palermo entdeckt wurde, hat einen Durchmesser von 550 d. M., ist bei mittlerem Abstande über 57 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, durchläuft ihre Bahn in vier Jahren 221 Tagen, und demnach in jeder Secunde ungefähr $2\,^{5}/_{10}$ d. M. Eine Umdrehung ist an ihr noch nicht beobachtet worden.

8) Die Pallas, welche am 28. März 1802 von *Olbers* entdeckt worden und bei mittlerem Abstande ungefähr 20,000 Meilen weiter als die Ceres von der Sonne entfernt ist, hat einen Durchmesser von 452 d. M., durchläuft ihre Bahn in vier Jahren 222 Tagen und demnach in jeder Secunde ungefähr $2\,^{5}/_{10}$ d. M. Auch an ihr hat man bis jezt noch keine Umdrehung bemerkt.

9) Der Jupiter ist unter allen Planeten der grösste, bei mittlerem Abstande über 108 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, hat einen Durchmesser von 19,980 d. M., durchläuft seine Bahn in elf Jahren 314 Tagen 20 Stunden, und zwar in jeder Secunde $1\,^{7}/_{10}$ d. M., dreht sich in 9 Stunden 56 Minuten um seine Axe, wobei jeder Punct seines Aequators in einer Secunde 39,070 pariser Fuss zurücklegt. — Rings um den Jupiter laufen in verschiedenen Entfernungen vier Monde. I. Der erste, welcher 54,980 d. M. von dem Mittelpuncte des Jupiters entfernt ist, durchläuft seine Bahn in einem Tage 18 Stunden 27 Minuten. II. Der zweite, dessen mittlere Entfernung 87,470 d. M. beträgt, durchläuft seine Bahn in drei Tagen 13 Stunden

15 Minuten. III. Der dritte, dessen mittlere Entfernung 139,550 d. M. ausmacht, durchläuft seine Bahn in 7 Tagen 3 Stunden 42 Minuten. IV. Der vierte endlich, welcher bei mittlerem Abstande von dem Mittelpuncte des Jupiters 245,400 d. M. entfernt ist, durchläuft seine Bahn in 16 Tagen 16 Stunden 32 Minuten.

10) Der Saturn hat einen Durchmesser von 16,290 d. M., ist bei mittlerem Abstande beinahe 199 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, durchläuft seine ganze Bahn in 29 Jahren 166 Tagen 17 Stunden, demnach in jeder Secunde ungefähr $1\,^3/_{10}$ d. M., und dreht sich in 10 Stunden 16 Minuten 15 Secunden um seine Axe, wobei jeder Punct seines Aequators in einer Secunde 33,500 pariser Fuss zurücklegt. — Der Saturn ist vor allen andern Planeten dadurch ausgezeichnet, dass er von einem grossen freischwebenden Ringe umgeben ist. Der freie Zwischenraum zwischen Saturn und seinem Ring ist ungefähr so gross wie die Dicke des Ringes, welche beinahe $^1/_3$ vom Durchmesser des Saturns, also ungefähr 5,450 d. M. beträgt. Dieser Ring, welcher nach den Beobachtungen von *Cassini*, *Schort*, *Hadley*, *Schröter*, *Herschel*, *Struve* und Anderen, eigentlich doppelt ist und aus zwei concentrischen Ringen besteht, hat einen Durchmesser von ungefähr 38,090 d. M., einen äussern Umfang von 119,665 Meilen, und ein Volumen, welches gemäss der Bestimmung des jüngern *Herschel* beinahe 5 Mal, und nach den Beobachtungen von *Schröter* sogar 27 Mal soviel als das der Erde betragen soll. Er befindet sich in der Ebene des Aequators des Saturns, und dreht sich in der nämlichen Richtung, wie dieser, um seine Axe und zwar beinahe in derselben Zeit. — Ferner laufen um den Saturn in verschiedenen Abständen und Bahnen noch sieben Monde.

I. Der erste, dessen mittlere Entfernung von dem Mittelpuncte des Saturns 25,081 Meilen beträgt, durchläuft seine Bahn in 22 Stunden 37 Minuten. II. Der zweite, welcher bei mittlerem Abstande 32,039 Meilen weit von

dem Mittelpuncte Saturns entfernt ist, durchläuft seine Bahn in einem Tage 8 Stunden 53 Minuten. III. Der dritte, dessen mittlerer Abstand 59,855 Meilen beträgt, vollendet seinen Lauf in einem Tage 21 Stunden 18 Minuten. IV. Der vierte ist 51,055 d. M. weit entfernt und durchläuft seine Bahn in zwei Tagen 17 Stunden 44 Minuten. V. Der fünfte in einer Entfernung von 71,507 d. M. durchläuft seine Bahn in vier Tagen 12 Stunden 25 Minuten. VI. Der sechste, welcher 165,302 Meilen weit entfernt ist, vollendet seinen Lauf in 15 Tagen, 22 Stunden 41 Minuten. VII. Der siebente endlich ist 481,809 Meilen entfernt und durchläuft seine Bahn in 79 Tagen 7 Stunden 53 Minuten.

11) Der Uranus, der letzte und äusserste Planet unseres Systems, welcher am 13. März 1781 von *Herschel* zu Bath in England entdeckt worden ist, hat einen Durchmesser von 7,488 d. M., ist bei mittlerem Abstande beinahe 398 Millionen Meilen von der Sonne entfernt, vollendet seinen Kreislauf in 84 Jahren 87 Tagen 18 Stunden 14 Minuten und durchläuft in jeder Secunde 1 d. M. Wegen der grossen Entfernung des Uranus von der Sonne und der Erde, hat man bisher auf demselben weder Streifen noch Flecken wahrgenommen, so dass man auch nicht im Stande war, die Zeit seiner Umdrehung zu bestimmen. — Rings um den Uranus laufen sechs Monde. I. Der erste ist von Uranus 49,125 d. M. entfernt, und durchläuft seine Bahn in 5 Tagen 21 Stunden 25 Minuten. II. Der zweite ist von Uranus 64,425 d. M. entfernt, und durchläuft seine Bahn in 8 Tagen 17 Stunden 1 Minute. III. Der dritte, welcher von Uranus 74,302 d. M. entfernt ist, durchläuft seine Bahn in 10 Tagen 23 Stunden 4 Minuten. IV. Der vierte ist 85,186 d. M. entfernt, und durchläuft seine Bahn in 13 Tagen 11 Stunden 5 Minuten. V. Der fünfte, dessen Entfernung 170,585 d. M. beträgt, vollendet seinen Lauf in 38 Tagen 1 Stunde 49 Minuten. VI. Der sechste endlich, welcher von Uranus 340,745 d. M. entfernt ist, braucht

um seinen Kreislauf zu vollenden 107 Tagen 16 Stunden 40 Minuten.

§. 2.

Merkwürdige Beziehungen zwischen der Sonne, den Planeten und ihren Monden.

Wenn man die Bewegungen jener Weltkörper näher untersucht und sie in ihrem Verhältnisse zu einander betrachtet, so findet man, dass alle Planeten in der nämlichen Richtung um die Sonne laufen, in welcher diese sich um ihre Axe dreht, und dass die Ebenen der Planetenbahnen nur wenig von der Ebene des Sonnenäquators abweichen; ferner, dass alle Planeten in einer und derselben Richtung, nämlich von Westen nach Osten, sich um ihre Axe drehen, so zwar, dass auch die Ebene ihres Aequators nur wenig von der Ebene ihrer Bahn abweicht; und endlich, dass die Monde sich ebenso nach ihren respectiven Centralkörpern d. h. Planeten richten, so wie diese sich gegen die Sonne verhalten.

Es fragt sich nun: auf welchem Grunde beruhen alle eben erwähnte Erscheinungen? Wie kömmt es, dass alle Planeten sich in ihrer Bewegung nach der Umdrehung der Sonne richten? Dass sie alle in einer und derselben Richtung um die Sonne laufen und zugleich in der nämlichen Richtung sich um ihre Axe drehen, und dass alle Monde sich ebenso gegen ihre respectiven Centralkörper verhalten? Ferner lässt sich hier auch fragen: « Zu welchem Zweck und aus welchem Beweggrunde mag wohl selbst die Sonne sich um ihre Axe drehen? »

Sehr interessant ist, was der grosse Geometer und Astronom *Laplace* über denselben Gegenstand sagt. Er äussert sich folgender Maassen: « Obschon die Elemente des Planetensystems willkührlich sind, so haben sie doch sehr merkwürdige Verhältnisse zu einander, die uns über ihren Ursprung aufklären können. Wenn man es mit Aufmerksamkeit betrachtet, so erstaunt man, alle Planeten

von Abend gegen Morgen und beinahe in einerlei Ebene um die Sonne, alle Trabanten nach einerlei Richtung und beinahe in einerlei Ebene mit ihren Planeten, um diese Planeten sich bewegen, endlich die Sonne, die Planeten und Trabanten, deren Umdrehungsbewegungen man beobachtet hat, in der Richtung und beinahe in der Ebene ihrer Wurfsbewegungen um sich selbst sich drehen zu sehen. — Eine so ausserordentliche Erscheinung ist kein Werk des Zufalls, sondern zeigt eine allgemeine Ursache an, die alle diese Bewegungen bestimmt hat. Um eine Näherung von der Wahrscheinlichkeit zu erhalten, womit diese Ursache angezeigt ist, wollen wir bemerken, dass das Planetensystem, wie wir es heut zu Tage kennen *), aus sieben Planeten und vierzehn Trabanten besteht; die Umdrehungsbewegung hat man an der Sonne, an fünf Planeten, an dem Monde, an dem Ringe des Saturns und an seinem letzten Trabanten beobachtet; diese Bewegungen mit den Umlaufsbewegungen zusammengenommen, machen eine Summe von dreisig Bewegungen, die nach einerlei Richtungen vor sich gehen. Wenn man sich vorstellt, die Ebene einer rechtläufigen Bewegung liege anfänglich in der Ekliptik, neige sich aber in der Folge gegen diese leztere, und durchlaufe alle Grade der Neigung von Null an bis zur halben Peripherie: so ist klar, dass die Bewegung bei allen Neigungen, die unter hundert Graden sind, rechtläufig, bei denen aber, die darüber sind, rückläufig seyn werde; so dass man blos durch die Veränderungen der Neigung die rechtläufigen und rückläufigen Bewegungen darstellen kann. Aus diesem Ge-

*) Seitdem *Laplace* dieses niedergeschrieben, wurde noch manche Entdeckung in unserm Planetensystem gemacht, so wurden z. B. noch vier neue Planeten (Vesta, Juno, Ceres, Pallas) und noch vier Trabanten entdeckt, wie auch die Rotation an einem sechsten Planeten beobachtet, deren Bewegungen alle mit den vorhin angegebenen in der Richtung übereinstimmen; was also hierbei auch wohl zu berücksichtigen ist.

sichtspuncte betrachtet, zeigt uns also das Sonnensystem neun und zwanzig Bewegungen, deren Ebenen gegen die der Erde aufs höchste um den vierten Theil der Peripherie geneigt sind. Sezt man nun, ihre Neigungen seyen das Werk des Zufalls gewesen, so hätten sie sich bis auf die halbe Peripherie erstrecken können, und die Wahrscheinlichkeit, dass eine von ihnen den vierten Theil derselben zum wenigsten übertroffen hätte, wäre $1 - \frac{1}{29}$ oder $\frac{536870911}{536870912}$; es ist daher äusserst wahrscheinlich, dass die Richtung der Bewegungen der Planeten kein Werk des Zufalls*) ist; und dieses wird wahrscheinlicher, wenn man bedenkt, dass die Neigung der meisten dieser Bewegungen gegen die Ekliptik sehr klein, und weit unter dem vierten Theil der Peripherie ist. Eine andere eben so merkwürdige Erscheinung des Sonnensystems ist die geringe Excentricität der Bahnen der Planeten und Trabanten, während die der Kometen sehr länglich sind;

---

*) Auf eine ähnliche Weise spricht *Littrow* über denselben Gegenstand, indem er sagt: «Unser System, soweit wir es jezt kennen, besteht aus eilf Planeten und achtzehn Satelliten. Von denjenigen, deren tägliche Rotation durch die Beobachtungen bereits ausgemacht ist, kennen wir sechs Planeten, die Sonne selbst, unsern Mond, vier Monde Jupiters und einen Mond sowie den Ring Saturns. Diess gibt demnach zusammen drei und vierzig Bewegungen, die alle nach derselben Seite gerichtet sind. Eine so grosse Anzahl kann nicht gut die Folge eines blossen Zufalls seyn. Wendet man darauf die bekannten Regeln der Wahrscheinlichkeit an, so findet man, dass man vier Billionen gegen eins wetten kann, dass dieser auffallenden Uebereinstimmung so vieler Bewegungen eine einzige gemeinschaftliche Ursache zu Grunde liege. Eine so grosse Wahrscheinlichkeit besizt aber vielleicht keine einzige aller unserer historischen Wahrheiten. Wir sind daher beinahe gezwungen anzunehmen, dass irgend eine uns unbekannte Kraft diese Bewegungen hervorgebracht hat.

(S. *Littrow's* Wunder des Himmels Th. III. S. 199.)

die Bahnen dieses Systems zeigen also keine mittleren Abstufungen zwischen einer grossen und einer kleinen Excentricität. Wir sind auch hier genöthigt, die Wirkung einer regelmässigen Ursache anzuerkennen: der blose Zufall würde nicht den Bahnen aller Planeten eine beinahe kreisförmige Gestalt gegeben haben; die Ursache also, welche die Bewegungen dieser Körper bestimmt hat, muss sie beinahe kreisförmig gemacht haben. Diese Ursache muss auch auf die grosse Excentricität der Kometenbahnen einen Einfluss gehabt haben, und zwar, was ganz ausserordentlich ist, ohne einigen Einfluss auf die Richtungen ihrer Bewegungen*). Denn wenn man die Bahnen der rückläufigen Kometen als gegen die Ekliptik um mehr als hundert Grade geneigt betrachtet, so findet man, dass die mittlere Neigung der Bahnen aller beobachteten Kometen der Grösse von hundert Graden sehr nahe kömmt, wie es

---

*) Dieser Schluss, wie auch die Folgerung, dass die Kometen aufs blinde hin in den Weltraum geschleudert worden seien, ist jedoch unrichtig und unstatthaft. Wenn man einmal annimmt, dass die nämliche Ursache, welche die geringe Excentricität der Bahnen der Planeten und Monde und die Richtung ihrer Bewegungen bestimmt hat, auch die grosse Excentricität der Bahnen der Kometen hervorgebracht habe, so muss man ihr auch einen Einfluss auf die Richtung und Bewegung derselben zugestehen. Denn es ist höchst wahrscheinlich, dass die nämliche Ursache, welche die Gestalt der Bahnen der Weltkörper bestimmt hat, auch auf die Richtung ihrer Bewegung einen Einfluss gehabt habe. Es lässt sich auch nicht behaupten, dass die Kometen ihre Entstehung, Bewegung und Richtung einer anderen Ursache zu verdanken hätten, als die Planeten; es ist im Gegentheil sogar wahrscheinlich, ja ich mögte sagen gewiss, dass die Kometen und die Planeten durch eine und die nämliche Ursache hervorgebracht worden seien, und dass die Verschiedenheit der Lage und Gestalt ihrer Bahnen, sowie auch der äusseren Erscheinung dieser Weltkörper von den eigenthümlichen Verhältnissen derselben herrühre, was in der Folge noch näher erörtert werden soll.

sein muss, wenn diese Körper aufs blinde hin in den Weltraum geschleudert worden sind.

Man hat also, um zu der Ursache der ursprünglichen Bewegungen des Planetensystems aufzusteigen, folgende fünf Erscheinungen zu erklären: 1) die Bewegungen der Planeten nach einerlei Richtung und beinahe in einerlei Ebene; 2) die Bewegungen der Trabanten nach einerlei Richtung und beinahe in einerlei Ebene mit denen der Planeten; 3) die Umdrehungsbewegungen dieser verschiedenen Körper und der Sonne, in einerlei Richtung mit ihren Wurfsbewegungen, und in wenig unterschiedenen Ebenen; 4) die geringe Excentricität der Bahnen der Planeten und Trabanten; 5) endlich die grosse Excentricität der Kometenbahnen, wie sehr auch ihre Neigungen dem Zufalle überlassen gewesen seyn mögen» *).

Es haben bereits mehrere Naturforscher und Astronomen es versucht, die Entstehung der Weltkörper wie auch ihre Bewegung zu erklären, wie z. B. *Leibnitz*, *Whiston*, *Descartes*, *Franklin*, *Büffon*, *Laplace*, *Gelpke*, *Gruithuisen* und mehrere andere. Allein die meisten Hypothesen über diesen Gegenstand sind entweder aus einem regellosen Spiele der Phantasie oder aus einer zu abstracten Speculation hervorgegangen, und nur wenige haben eine eigentlich wissenschaftliche Grundlage.

Es dürfte wohl nicht unpassend sein, wenn mehrere Hypothesen verschiedener Naturforscher und Astronomen hier mitgetheilt und kritisch beleuchtet würden.

§. 3.

Hypothese von *Descartes*.

Descartes war der erste, welcher die Bewegung der Himmelskörper auf die Mechanik zurückzuführen suchte.

*) Siehe Darstellung des Weltsystems durch *P. S. Laplace*, aus dem Französischen übersetzt von *Joh. Carl Friedr. Hauff.* Frankfurt a. M. bei Varrentrapp und Wenner. 1797. Thl. II. S. 322 — 326.

Er nahm an, dass eine feine Materie durch den ganzen Himmelsraum verbreitet sei, welche sich beständig in verschiedenen Wirbeln herumtreibe, und dass dadurch die Weltkörper beständig bewegt würden; die Sonne befände sich in dem Mittelpunct eines grossen Wirbels und würde dadurch um ihre Axe gedreht; die Planeten befänden sich noch in dem Bereiche dieses Sonnenwirbels, müssten also in kreisförmigen Bahnen um die Sonne laufen; jeder Planet befinde sich nebstdem auch noch in dem Mittelpuncte eines besondern kleineren Wirbels, und müsste sich desswegen um seine Axe drehen; ferner müssten die Monde, da sie sich in dem Bereiche des Wirbels ihres Planeten befänden, auch in kreisförmigen Bahnen um denselben herumlaufen u. s. w. — Allein Descartes gibt uns keine Aufklärung über die Fragen, die sich hier jedem aufdringen, nämlich: woher und wodurch diese feine Materie ihre Bewegung erhalte? Ferner, warum sie gerade in solchen verschiedenen, einander einschliessenden Wirbeln sich bewege, und wie es dieser feinen Materie möglich sey, so grosse, träge Massen, wie die Sonne und die Planeten u. s. w. zu bewegen, und zwar so, dass selbst in den Atmosphären dieser Körper, z. B. in unserer Atmosphäre von einer solchen Wirbelbewegung durchaus nichts zu bemerken ist? Ferner lässt sich nach seiner Hypothese auch nicht erklären, warum die Bahnen der Planeten und Kometen mit der Ebene des Sonnenäquators so verschiedene Winkel bilden, und warum die Excentricitäten derselben so sehr verschieden sind; denn gemäss der Hypothese von *Descartes* müssten die Bahnen der Planeten und ihrer Satelliten, sowie auch die der Kometen, sich genau nach der Richtung der Wirbelbewegung richten, also sämmtlich in der Ebene des Sonnenäquators liegen, oder doch mit ihr parallel laufen, dabei müssten sie auch alle vollkommen kreisrund sein; dass aber hiervon weder das eine, noch das andere Statt findet, ist bekannt. Ueberdiess sind nach jener Hypothese noch eine

Menge anderer Erscheinungen in unserm Planetensysteme unerklärbar, welche zu erörtern hier zu weitläufig und unnütz sein würde, da *Descartes* in neuerer Zeit keine Anhänger mehr finden wird.

§. 4.

Hypothese von *Büffon*.

Nach *Büffon* war im Anfang Blos die Sonne und eine ungeheure Menge von Kometen. Diese lezteren durchliefen den Himmelsraum in allen möglichen Richtungen, und so musste es denn geschehen, dass einer oder der andere Komet gegen die Sonne fuhr. Es waren hier zwei Fälle möglich: der Komet begegnete der Sonne entweder in einer mehr senkrechten Richtung, und dann musste er an der Sonne hängen bleiben und konnte dadurch die Masse derselben vermehren, und den Verlust, welchen sie durch das stete Ausströhmen von Licht erleidet, ersetzen; oder der Komet begegnete der Sonne in einer mehr schiefen Richtung, und in diesem Falle konnte er durch seinen schiefen Stoss die Sonne um ihre Axe drehen und zugleich einen Strom Materie davon abreissen und in den Himmelsraum hinausschleudern. *Büffon* nimmt nun weiter an, diese flüssige Masse hätte sich in verschiedene kleinere und grössere Theile getrennt, welche sofort in kleinere oder grössere Entfernungen von der Sonne weggefahren seien, eine kugelförmige Gestalt angenommen, sich nach und nach abgekühlt hätten und dabei dunkel und fest geworden seien. Diese Kugeln hätten auch vermöge jenes Stosses, wodurch sie von der Sonne losgerissen und fortgeschleudert worden wären, um die Sonne laufen und sich zugleich um ihre Axe drehen müssen. Auf solche Weise wären die Planeten und ebenso auch die Monde entstanden.

Gegen diese Hypothese lassen sich sehr erhebliche Einwendungen machen. Für's erste lässt sich nicht wohl annehmen, dass eine so grosse Masse Materie, wie die Masse aller Planeten und Trabanten zusammengenommen

darstellt, durch den Stoss eines Kometen von der Sonne losgerissen und in so grosse Entfernungen weggeschleudert worden sei, da, wie wir wissen, die Masse der Kometen ausserordentlich klein ist, so dass selbst der grösste bekannte Komet nicht einmal im Stande wäre von der Sonne ein Stück von der Grösse der Erde, geschweige denn eine Masse abzustossen, welche an Grösse allen Planeten und Trabanten unseres Sonnensystems gleichkäme. — Und wie wäre es möglich, dass eine so grosse Kugel, wie die Sonne, durch einen schiefen Stoss eines an Masse so geringen Kometen in eine so schnelle Rotation versetzt würde? — Ferner lässt sich nach dieser Hypothese die Lage der Planetenbahnen nicht erklären. Wie sollte es kommen, dass die Planetenbahnen die Ebene des Sonnenäquators unter so verschiedenen Winkeln durchschneiden? Denn wenn die Planeten durch einen Kometen von der Sonne losgestossen und weggeschleudert worden wären, so müssten sie alle genau in der Richtung dieses Stosses, also entweder in der Ebene des Sonnenäquators, oder doch mit ihr parallel laufen, was sie aber durchaus nicht thun. Ferner lässt sich nach jener Hypothese auch die Rotation der Planeten nicht erklären; denn sollte der schiefe Stoss, von welchem die Rotation der Sonne hergeleitet wird, auch eine Rotation der abgestossenen Massen, d. h. der Planeten, hervorgebracht haben, so müsste sie ja gerade in entgegengesezter Richtung erfolgen; denn wenn die Richtung des schiefen Stosses zwischen der Sonne und zwischen der abgestossenen Masse durchgegangen wäre, so hätte zwar die Sonne sowohl als auch die abgestossene Masse in eine Rotation versezt werden können; beide hätten aber so rotiren müssen, dass die einander zugewandten Flächen derselben in einer und der nämlichen Richtung fortgerückt wären; dieses ist aber nicht der Fall, indem die einander zugewandten Flächen der Sonne und der Planeten wirklich in einer entgegengesezten Richtung fortrücken. Ferner lässt sich weder die Entstehung

noch die Bewegung der Kometen nach jener Hypothese erklären. — *Laplace* äussert sich über die Hypothese von *Büffon* wie folgt: « Diese Hypothese thut der ersten von den fünf vorerwähnten (s. S. 10.) Erscheinungen Genüge; denn es ist klar, dass alle auf solche Art entstandenen Körper sich ungefähr in der Ebene bewegen müssen, welche durch den Mittelpunct der Sonne und durch die Richtung des Stroms der Materie ging, der sie hervorgebracht hat. Aber die übrigen Erscheinungen scheinen mir vermittelst derselben unerklärbar. In der That muss alsdann die absolute Bewegung der Elemente eines Planeten nach der Richtung der Bewegung seines Schwerpunktes gehen; aber daraus folgt nicht, dass die Umdrehungsbewegung des Planeten nach der nämlichen Richtung gehe: die Erde könnte also sich von Morgen gegen Abend drehen, und die absolute Bewegung von jedem ihrer Elemente würde doch von Abend gegen Morgen gerichtet sein. Was ich von der Umdrehungsbewegung der Planeten gesagt habe, lässt sich auch auf die Umlaufungsbewegung der Trabanten anwenden, deren Richtung bei der Hypothese, von welcher die Rede ist, mit der der Wurfsbewegung der Planeten nicht nothwendig einerlei ist. — Die geringe Excentricität der Planetenbahnen ist bei dieser Hypothese nicht nur sehr schwer zu erklären, sondern ihr ganz entgegengesezt. Man weiss aus der Theorie der Centralkräfte, dass wenn ein Körper, der sich in einer in sich selbst zurücklaufenden Bahn um die Sonne bewegt, die Oberfläche dieses Gestirns streift, er beständig bei jedem seiner Umläufe wieder dahin zurück kommen werde. Daraus aber folgt, dass die Planeten, wenn sie anfänglich von der Sonne wären abgerissen worden, sie bei jedem Umlaufe berühren, und ihre Bahnen anstatt kreisförmig zu sein, sehr excentrisch sein würden. Es ist wahr, dass ein Strom von der Sonne abgerissener Materie nicht genau mit einer, ihre Oberfläche streifenden Kugel, verglichen werden kann. Der Stoss, den die Theile dieses Stroms von einander

erhalten, und die wechselseitige Anziehung, die sie gegen einander ausüben, kann durch eine Veränderung der Richtung ihrer Bewegungen ihre Sonnennähen von der Sonne entfernen. Aber ihre Bahnen müssten sehr excentrisch sein, oder es würde wenigstens der ausserordentlichste Zufall erfordert, um ihnen so kleine Excentricitäten zu geben, wie die der Planetenbahnen sind. Endlich sieht man bei *Büffon's* Hypothese nicht, warum die Bahnen von ungefähr achtzig bisher beobachteten Kometen sämmtlich sehr länglich sind. Es fehlt also sehr viel, dass diese Hypothese den oben erwähnten Erscheinungen Genüge thäte » *).

§. 5.

Hypothese von *Laplace*.

Nachdem *Laplace* in den merkwürdigen Beziehungen zwischen der Sonne, den Planeten und ihren Monden die Wirkung einer regelmässigen Ursache erkannt, und die Hypothese von *Büffon* als ungenügend verworfen hat, fährt er fort, wie folgt: «Wir wollen nun sehen, ob es möglich sei, sich zu ihrer wahren Ursache zu erheben. Da diese Ursache die Bewegungen der Planeten und Trabanten verursacht oder ihnen ihre Richtung gegeben hat, so muss sie, von welcher Beschaffenheit sie immer sein mag, alle diese Körper umfasst haben, und wegen der ungeheuren Entfernung dieser Körper von einander, kann sie nichts anders, als eine Flüssigkeit von einer unermesslichen Ausdehnung gewesen sein. Um ihnen eine beinahe kreisförmige Bewegung um die Sonne nach einerlei Richtung geben zu können, musste diese Flüssigkeit die Gestirne wie eine Atmosphäre umgeben. Die Betrachtung der Bewegungen der Planeten führt uns also auf den Gedanken, dass, vermöge einer ausnehmend grossen Wärme, die Atmosphäre der Sonne sich anfänglich über alle Planetenbahnen hin-

*) S. *Laplace's* a. W. Thl. II. S. 526—528.

aus erstreckt, und sich erst nach und nach bis auf ihre jetzigen Gränzen zurück gezogen habe; was durch ähnliche Ursachen kann bewirkt worden sein, wie diejenige war, welche das lebhaft glänzende Schimmern des berühmten Sterns, den man im Jahre 1572 im Sternbilde der Cassiopea plötzlich sah, hervorgebracht und mehrere Monate lang unterhalten hat.

Die grosse Excentricität der Kometenbahnen führt zu demselben Resultate. Sie zeigt einleuchtend das Verschwinden einer grossen Zahl minder excentrischer Bahnen, welches um die Sonne eine Atmosphäre voraussezt, die sich über die Sonnennähe der Kometen, von welchen Beobachtungen möglich sind, hinaus erstreckt, und diejenigen, welche sie während ihrer grossen Ausdehnung durchschnitten, durch Vernichtung ihrer Bewegungen, mit der Sonne vereinigt hat. Alsdann sieht man, dass es gegenwärtig nur solche Kometen geben müsse, die während dieser Zeit jenseits der Atmosphäre waren; und da wir nur solche beobachten können, die in ihrer Sonnennähe der Sonne nahe genug kommen, so müssen ihre Bahnen sehr excentrisch sein. Zugleich sieht man, dass ihre Neigungen die nämlichen Unregelmässigkeiten zeigen müssen, als wenn diese Körper aufs Blinde hin wären geschleudert worden, weil die Atmosphäre der Sonne auf ihre Bewegungen keinen Einfluss gehabt hat. Die lange Dauer der Umläufe der Kometen, die grosse Excentricität ihrer Bahnen, und die Mannichfaltigkeit ihrer Neigungen erklären sich also sehr natürlich vermittelst dieser Atmosphäre. — Aber wie hat sie die Bewegungen des Umlaufes und der Umdrehung der Planeten bestimmt? Wenn diese Körper in diese Flüssigkeit gekommen wären, so würde ihr Widerstand sie auf die Sonne geworfen haben; man kann daher vermuthen, dass dieselben an den successiven Grenzen dieser Atmosphäre durch die Verdichtung der Zonen, welche sie bei ihrer Erkaltung und Verdichtung auf der Oberfläche dieses Gestirns in der Ebene ihres

Aequators absetzen musste, entstanden seyen. Man kann auch vermuthen, dass die Trabanten auf ähnliche Art aus den Atmosphären der Planeten entstanden seyen. Die fünf obenerwähnten Erscheinungen (s. S. 10.) fliessen natürlich aus diesen Hypothesen her, welchen die Saturnsringe eine neue Wahrscheinlichkeit geben. — Wie es übrigens mit diesem Ursprunge des Planetensystems sich immer verhalten mag, den ich mit demjenigen Misstrauen vortrage, welches alles, was nicht ein Resultat der Beobachtung oder Rechnung ist, einflössen muss; so ist so viel gewiss, dass seine Elemente auf solche Art geordnet sind, dass es die grösste Beständigkeit behaupten muss, wenn diese nicht von äussern Ursachen gestört wird» *).

Gegen die Hypothese von *Laplace* lassen sich unter andern besonders folgende Einwendungen machen. 1) Sie erklärt nicht, warum die Sonne selbst sich um ihre Axe dreht. 2) Sie erklärt nicht, wie durch Erkältung und Verdichtung der Atmosphäre so grosse und compacte Massen, wie die Planeten sind, entstehen konnten, und warum dieselben sich gerade in der Ebene des Sonnenäquators abgesetzt haben. 3) Sie erklärt nicht, warum die Bahnen der Planeten die Ebene des Sonnenäquators unter verschiedenen, grossen oder kleinen Winkeln durchschneiden; denn wenn die Planeten durch eine Flüssigkeit, z. B. durch die Sonnenatmosphäre, ihre Bewegung erhalten hätten, so hätten sie sich in der Ebene des Sonnenäquators oder mit ihr parallel fortbewegen müssen; was aber in der That nicht geschieht. Auch hätten die Planeten sich alsdann nicht in Ellipsen, sondern in kreisförmigen Bahnen um die Sonne bewegen müssen, was ebenfalls nicht Statt findet. 4) Aus dieser Hypothese lässt sich also auch nicht erklären, warum die Excentricität der Bahnen bei verschiedenen Planeten so verschieden, und warum die Excentricität der Kometenbahnen so ausserordentlich gross

*) S. *Laplace's* o. a. Werk. Thl. II. S. 328—331.)

ist. 5) Die Annahme, dass die Kometen schon früher als die Planeten existirt hätten, dass sie auf's Blinde hin in den Weltraum geschleudert worden seien, und dass eine grosse Menge von Kometen, deren Bahnen minder excentrisch gewesen, zu Grunde gegangen, und zwar entweder in die Sonne oder in die neu entstandenen Planeten gestürzt seien u. s. w., diese ganze Annahme ist völlig unbegründet, auch ganz unwahrscheinlich. 6) Es lässt sich auch nicht wohl begreifen, wie von der Sonne die so weit entfernten Zonen der so ausserordentlich ausgedehnten, dünnen Atmosphäre mit so grosser Kraft und Schnelligkeit bewegt werden sollten, dass sie im Stande gewesen wären, den in ihnen sich bildenden ungeheuer grossen und schweren Massen der Planeten diejenige Bewegung mitzutheilen, womit dieselben noch jezt fortwährend ihre Bahnen durchlaufen. 7) Diese Hypothese erklärt nicht, wie die Trabanten der Planeten entstehen konnten; denn, wenn bei dem allmähligen Erkalten und Zurückziehen der Sonnenatmosphäre an ihren successiven Grenzen aus den sich verdichtenden Zonen die Planeten entstanden sind, wie konnten dieselben von so grossen eigenen Atmosphären umgeben sein, wie sie in der That besitzen? Und zugegeben, dass sie einen Theil der Sonnenatmosphäre zurückbehalten, oder auf sonst irgend eine Weise eine neue Atmosphäre bekommen hätten, so hätten daraus die Trabanten nicht auf eine ähnliche Weise entstehen können, wie die Planeten aus der ersten Atmosphäre entstanden sein sollen; da ein solches Aufflammen und Erhitzen, wie solches bei der Sonne vorausgesezt wurde, bei den Planeten, deren Entstehen und Dasein durch ein Erkalten und Verdichten der Sonnenatmosphäre bedingt sein soll, sich nicht annehmen lässt.

§. 6.

Hypothese von *Gelpke*.

Gelpke sagt: «Höchst wahrscheinlich ist einstens einmal der unendlich grosse Weltenraum mit Weltenstoffen über-

sättigt oder überfüllt gewesen, welcher durch irgend einen Wink der Gottheit, oder durch irgend einen uns unbekannten Erzeugungsprozess hier und dort dem grossen Chaos entschlüpft ist, der sich hierauf hier und dort vereinigt, und Weltenmassen in der Menge, die aber mehr in einem flüssigen als festen Zustand müssen gewesen sein, gebildet hat, und welche hierauf sogleich nach ihrem Entstehen mit der ihnen von dem sie bildenden Stoffe mitgetheilten Geschwindigkeit, und mit der von demselben Stoffe ihnen gegebenen Richtung in den Weltenraum hineingeeilt sind, denen es aber bei ihrer Menge und bei dem nahe Zusammenlaufen bei einander unmöglich war, das Anziehen an einander, das Zusammenstossen und Zusammenfliessen in einander zu vermeiden. Da nun durch dieses Zusammenfliessen der kleinen Weltenmassen in einander ihre Massen grösser und ihre Menge weniger wurden, so musste auch das Anstossen an einander und das dadurch bewirkte Zusammenfliessen in einander seltener werden. Hierdurch erhielten sie nun mehr Ruhe, und waren im Stande, die ihnen beigemischten Theile fallen zu lassen, und Kerne und Schichten in ihrem Innern zu bilden. Auf diese Weise hat sich demnach das Innere der Erde und wahrscheinlich das Innere aller Weltkörper gebildet, wie man aus der Bildung der Schichten und Lagen der Erd- und Steinmassen unsers Wohnortes deutlich sehen kann. Indessen war hiermit die Bildungsperiode unsers Erdballes und der übrigen Weltkörper noch nicht vollendet, sondern es haben sich hierauf auch noch feste Massen, wenigstens mit unserm Wohnorte vereinigt, und sogar noch zu der Zeit, wo schon die organische Schöpfung auf demselben ihren Anfang begonnen hatte, und haben dadurch denselben in seinem Innern hier und dort zerstört, und die damals lebende Schöpfung unter ihren Trümmern begraben. Daher findet man bald hier bald dort Ueberreste der organischen Schöpfung unter Felsenwänden liegend, und daher sieht es in dem Innern der Erde, wenn man auf

die Lagen der Schichten hinsieht, so aus, wie man die Trümmer eines zusammengestürzten Hauses über einander liegend erblickt, indem bald diese bald jene Schicht oben liegt, die der Schwere nach unten liegen sollte, und wobei die Schichten in allen nur möglichen Richtungen bei einander und über einander gelagert gefunden werden, wodurch ihnen daher das Siegel einer gewaltsamen Zertrümmerung deutlich genug aufgedrückt worden ist. — Sowie sich nun die Massen der Planeten und der Sonnenwelten einstens aus dem Chaos des grossen Weltenraums abgesondert haben, so gehen höchst wahrscheinlich noch täglich solche Absonderungen vor, wodurch bald hier, bald dort eine Weltmasse gebildet wird, die hierauf mit einer von dem Bildungsstoffe ihr mitgetheilten Geschwindigkeit und gegebenen Richtung dahin eilt, wo sie bald von diesem bald von jenem Weltkörper in ihrem Laufe verändert, auch wohl von diesem oder jenem, dem sie nahe genug kömmt, angezogen wird» *). Nachdem *Gelpke* über den Lauf der Kometen gesprochen, kommt er wieder auf die erste Ursache der Bewegung zurück, und sagt: «Jezt fragt es sich nun, woher haben diese Weltmassen und überhaupt alle Weltkörper unsers Sonnen- und Schöpfungsgebietes den ersten Anstoss zu ihrem Laufe und die erste Richtung desselben erhalten? Ist ihnen diese bei ihrem Entstehen unmittelbar durch eine höhere Macht der Gottheit anerschaffen worden? Oder haben sie diese durch die grossen, mächtigen Gesetze der Natur, wodurch das grosse Schöpfungsgebiet aufgeführt steht und wodurch die Weltmassen darin umhergeführt werden, erhalten? — Diese Weltmassen haben, so wie alle Weltmassen, die erste Richtung ihres Laufes und ihre erste

*) Neue Ansicht über den merkwürdigen Naturbau der Kometen und die Beschaffenheit ihrer Bahnen u. s. w. von D. *Aug. Heinr. Christ. Gelpke.* Leipzig bei Ernst Fleischer 1834. S. 19 — 23.

Geschwindigkeit durch den Stoss ihres Stoffes, der sich einstens von den verschiedenen Seiten des Weltalls her vereinigte und sie zum Dasein brachte, erhalten; daher ist die Kraft, mit der sie ihren Lauf einstens im Weltenraume begonnen haben und noch beginnen, nichts weiter als ein Product der Vereinigungskräfte jener sie bildenden Stoffe. Da nun in dem grossen Weltraume kein Stoff vorhanden ist, der den Lauf der Welten hemmt, als nur die gegenseitigen Wirkungen der Anziehungskräfte, so ist jede kleine Weltmasse, die fern von diesen Kräften sich bildet, anfänglich nur dem Stosse ihres sie bildenden Stoffes überlassen, welcher ihr daher die erste Richtung ihres Laufes und die erste Geschwindigkeit mittheilt. — Sobald nun aber diese ihren ersten Geburtsort verlässt, und durch ihre erhaltene Geschwindigkeit oder Schwungkraft in den tiefen Weltraum eilt, so stösst sie auf die Anziehungskräfte anderer Weltmassen, durch welche sogleich die Richtung ihres Laufes und ihre Geschwindigkeit verändert werden. Unter diesen muss aber diejenige, welche an Grösse die andern ihr nahe stehenden übertrifft, den grössten Einfluss auf sie haben, wenn dieser sonst nicht durch das Zunahekommen jener kleinen Weltmasse an einen andern Weltkörper, der dadurch mehr Macht auf sie erhält, als der Grössere auf sie hat, geschwächt wird. Und ist die Richtung des Laufes der kleinen Weltmasse der Anziehungskraft der Sonnenmasse oder eines andern grössern Weltkörpers günstig, oder wohl gar gerade auf diese hingerichtet, so muss jene, wenn nicht ihre Richtung noch auf ihrem Laufe durch die Anziehungskraft eines andern Weltkörpers, dem sie auf ihrer Bahn nahe kommt, verändert wird, sich mit der Sonnenmasse oder mit der des andern Weltkörpers vereinigen. — Indessen mögte dieses unter den Millionen Weltkörpern, welche dem Chaos des grossen Weltenraumes entschlüpft sind und noch entschlüpfen, sehr selten der Fall sein, indem über Millionen Richtungen gedenkbar sind, die ein Welt-

körper bei seinem Entstehen durch die Vereinigung der Stoffe mit einander erhalten kann, ohne gerade die nach der Sonne oder nach einem andern Weltkörper hin zu bekommen. — In der Grösse des ungeheuren Sonnenkörpers liegt demnach der Grund, aus welchem alle Kometen, die in den Grenzen unsers Sonnengebietes entstanden sind, zu ihm hineilen, ihre Bahn darauf bald in einer grössern, bald in einer kleinern Entfernung als die Erdferne ist, um ihn beschreiben und alsdann wieder von ihm hinweg in das grosse Sonnengebiet eilen, wobei sie bald nach dieser, bald nach jener Gegend des grossen Schöpfungsgebietes hinwandern, je nachdem die Richtung ihres Laufes, welche sie bei ihrem Entstehen erhalten haben, solches verlangt. — Diese Weltkörper werden demnach stets von der mächtigen Kraft der Sonne, d. i. von ihrer Anziehungskraft, zu ihr hingezogen, und würden ganz zu ihr hingezogen werden, wenn sie nicht mit der sie stets begleitenden Schwungkraft, welche sie beständig von der Sonne ab und zur Seite hinführen will, bei ihrem Entstehen versehen worden wären. Von diesen beiden Kräften werden nun alle Weltkörper unseres Sonnen- und Weltengebietes getrieben, und müssen durch sie die verschieden gebildeten und mannichfaltig gelegten Bahnen in dem grossen Schöpfungsraume mit ihrem Laufe beschreiben; daher wandert der eine in einer hyperbolischen, der andere in einer elliptischen, ein dritter in einer parabolischen und ein vierter in einer beinahe kreisförmigen Bahn durch den Weltraum dahin und durchschneidet bald in dieser, bald in jener Richtung auf seinem Laufe die Erdbahn. Desswegen hängt von der Wirkungsart der Schwung- und Anziehungskraft gegen einander die Bildung der Bahnen aller Welten in dem grossen Schöpfungsraume ab. Denn wenn z. B. die Wirkung der Anziehungskraft der Sonne gleich der Wirkung der Schwungkraft des umherwandernden Weltkörpers ist, so muss dieser in einer kreisförmigen Bahn um jene dahin wandern. Ist

aber die Anziehungskraft der Sonne stärker als die Schwungkraft des umherwandernden Weltkörpers, so muss dieser sich jener nähern, und wird die Schwungkraft desselben von der Sonne immer mehr geschwächt und endlich ganz vernichtet, so muss er sogar zu ihr hinfallen. Ist hingegen die Schwungkraft des dahinwandernden Weltkörpers stärker als die Anziehungskraft der Sonne, und bleibt solche auch stets stärker als diese, so eilt er aus den Grenzen unsers Sonnengebietes fort, und wandert in einer hyperbolischen oder parabolischen Bahn zu einem andern Sonnengebiete hin, wo er aber eben denselben Gesetzen der Anziehungskraft unterworfen ist, wie derselbe es hier war, und denen er auch da nur durch seine immer stärker bleibende Schwungkraft entgehen kann. — Ist aber seine Schwungkraft von der Art, dass sie nur durch die stärkere Anziehungskraft der Sonne in ihrer Nähe stärker, als diese gemacht — darauf bei seiner immer mehr zunehmenden Entfernung von ihr immer schwächer, und endlich schwächer als ihre Anziehungskraft wird, wesswegen er sich nun wieder zur Sonne hinziehen lassen muss, wodurch aber seine Schwungkraft wieder anfängt sich zu verstärken und zwar so lange, bis sie die höchste Stärke erreicht hat, worauf sie wieder allmählig abnimmt, so beschreibt der Weltkörper mit seinem Laufe eine Ellipse, welche nicht allein von den Kometen, sondern auch von den Planeten, nur mit dem Unterschiede, dass die Ellipsen von jenen länger, als die von diesen sind, auf ihren Bahnen gebildet werden.

Der Grund davon, dass die Bahnen der Kometen länger als die der Planeten sind, kann entweder darin liegen, dass die Schwungkraft der Kometen bei ihrem Entstehen grösser, als die der Planeten gewesen ist, oder dass diese zwar eben so stark, oder nicht viel schwächer als jene gewesen, aber durch die geraumvolle Zeit von Jahrtausenden, seit welcher sie schon das Sonnengebiet durchwandert haben, geschwächt worden sei. Diess leztere

ist sehr wahrscheinlich, indem jede Körperkraft durch den Gebrauch allmählig abnimmt und schwächer wird; daher muss auch die Schwungkraft der Welten allmählig abnehmen, und desswegen müssen alle elliptischen Bahnen der Welten sich immer mehr dem Kreise nähern, und diejenigen Welten, welche sich demselben am meisten schon genähert haben, müssen das höchste Weltenalter von ihnen besitzen» *).

Gegen die Hypothese von *Gelpke* lassen sich unter andern folgende Einwendungen machen: Wenn man auch annähme, dass der Weltenraum ursprünglich mit Weltenstoffen überfüllt gewesen wäre, und dass dieselben nach und nach durch gegenseitige Anziehung sich zusammengeballt und sofort die Weltkörper gebildet hätten, so liesse sich doch nicht begreifen, wie diese Körper so schnell im Himmelsraume bewegt werden konnten. *Gelpke* nimmt an, dass die neuen Weltkörper mit der ihnen von dem sie bildenden Stoffe mitgetheilten Geschwindigkeit, und mit der von demselben Stoffe ihnen gegebenen Richtung in den Weltenraum hinein geeilt seien; aber es fragt sich hier: woher bekam denn der sie bildende Stoff seine Geschwindigkeit und Richtung? Etwa von der gegenseitigen Anziehung der einzelnen Elemente des Weltenstoffes? Dann aber könnten nur diese Elemente sich gegen einander bewegen und sich zu einer Masse vereinigen, wodurch sie nun selbst gegenseitig ihre Geschwindigkeit und Richtung aufheben müssten, oder auch wohl in eine rotirende Bewegung gerathen könnten; die durch eine Vereinigung solcher Elemente entstandene Masse könnte aber keineswegs fortrücken. Und wenn man auch davon absieht, so lässt sich doch die verschiedene Schnelligkeit der Weltkörper nicht erklären; denn sollten die Weltkörper sich mit der ihnen von dem sie bildenden Stoffe mitgetheilten Geschwindigkeit fortbewegen, so müsste ihre

*) S. *Gelpke's* oben angeführte Schrift. S. 61 — 70.

Bewegkraft und Schnelligkeit ihrer Masse proportional sein, was durchaus nicht Statt findet. Ferner ist zu bemerken, dass *Gelpke* die so merkwürdigen Beziehungen und Verhältnisse, welche in unserem Planetensysteme obwalten, gar nicht erklärt hat; er erklärt nicht: warum die Sonne sich um ihre Axe dreht, und warum alle Planeten in einer und der nämlichen Richtung, und zwar gerade in der Richtung dieser Rotation, um die Sonne laufen und zugleich in derselben Richtung rotiren, und wie es kömmt, dass alle Trabanten in der nämlich Richtung um ihre respectiven Centralkörper herumlaufen; ferner erklärt diese Hypothese nicht, warum die Planeten die Ebene des Sonnenäquators unter einem kleineren oder grösseren Winkel durchschneiden, und warum ebenso die Trabanten von der Ebene des Aequators ihrer respectiven Centralkörper so wenig abweichen.

§. 7.

Hypothese von *Gruithuisen*.

Gruithuisen sagt: «Um den Begriff vom Weltkörperbau zu erleichtern, stelle man sich vor, im Weltraume sei bei einem gewissen Abschnitte der Weltenbildung das, was metallisch war, in Wasserstoffgas aufgelösst gewesen, die unedlen Metalle zum Theil, die Metalloide und andern gasförmigen und sonstigen Stoffe waren mit Sauerstoff vereint, und alles mit einander war ursprünglich in einem Zustande der Verdünnung, in welchem bei einer höchst niedrigen und gleichen Temperatur die chemischen Affinitäten, und der Gegensatz des Sauerstoff- und Wasserstoffmenstruums, auch bei ihrer bestehenden Intussusception nicht in Wirksamkeit treten konnten; denn die Verdünnung dieser Weltsubstanz war ausserordentlich gross, so zwar, dass nach einer bestimmten Berechnung ungefähr 15 Milliontheile eines Granes dieser Substanz in einer Kubikmeile Himmelsraum enthalten war, und dass sie dabei auch vollkommen durchsichtig sein konnten. —

Zwar muss man sich das Urchaos, wenn es je allenthalben eines gab, nur potentia, aber nicht actu chemisch affinitiv denken. — Weltenjahre müssen dahingehen, wenn im so verdünnten und so chemisch constituirten Chaos die Affinität sich regen soll. Immer aber wird es Wasserbildung sein, was die Stoffe aus den Auflösungen des Sauer- und Wasserstoffes abscheidet. Aber des Sauerstoffes muss in ungleich grösserer Fülle vorhanden sein. Auf alle Fälle musste er schon als Menstruum in weit überwiegender Menge vorhanden sein, um die ihm näher affinitiven Körper gasförmig zu erhalten.

Vor allem ist es gewiss, dass bei der berechneten Verdünntheit der chemischen Elementarstoffe und bei der durchsichtigen Auflösung derselben in Wasser- und Sauerstoff, der Prozess der Weltbildung mit Oxydation und Wassererzeugung beginnen muss, welche leztere ohne leichte Lichtentwickelung nicht beginnen kann; und da mit dieser auch Wärmeentwickelung verbunden ist, so wird dadurch der weitere chemische Prozess befördert, und das Zusammenballen der chemischen Producte oder Niederschläge muss beginnen und mit ihm die besondere Wirkung der Schwerkraft. Hieraus müssen nun alle jene Phänomene entstehen, wie sie *Herschel I.*, von seinem allgemeinen milchigen Lichtnebel angefangen, bis zum Nebelfleck, planetarischen Nebelfleck, Nebelstern und reinen Stern beobachtet hat. Da der Oxydationsprozess der schnellste und häufigste ist, so bilden sich die Sonnen am ersten; der übermässig zahlreiche Schwarm der Kometen muss sich grösstentheils zu Planeten vereinen und (was schon *Herschel I.* behauptete und *Laplace* zugab) von den Sonnen verschlucken lassen. Dagegen geschehen die chemischen Actionen beim Wasserstoffe nur langsam, wenn sie sparsam durch Oxydation befördert werden, weil der Sauerstoff andere Verbindungen einging. Die Weltkörper, welche sich auf diese Weise bilden, müssen von den übrigen wesentlich verschieden sein, ihnen muss

das, was die andern so reichlich besitzen, gänzlich fehlen, nämlich das Wasser, und die allermeisten ihrer Bestandtheile müssen zur Wasserstoffreihe gehören. Diese Nachkömmlinge bei der Weltbildung machen das grosse Heer der Meteormassen aus und dienen den Sonnen zum chemischen Feuerungsmaterial*). Sie sind verspätete Bildungen aus denselben Räumen, wo sich Kometen und Planeten gebildet haben, daher ihre Bahngeschwindigkeit sich ausserhalb unserer Atmosphäre so gross zeigt als jene der Planeten und Kometen, denn auch alle Tangentialkraft der Bahnen kommt vom Falle gegen die Sonnen.

Die Planeten sind also Körper, welche durch Vereinigung von mehreren kleineren Körpern, Kometen, entstanden, später von der Sonne angezogen und sofort genöthigt worden sind, um dieselbe herumzulaufen. — Der Mond war ehemals ein Planet und zwar ein Verkehrtläufiger gewesen. Er läuft mit eigener Kraft um die Sonne und überdiess noch mit eigener Kraft um die Erde und bewegt sich innerhalb der Atmosphäre dieses Planeten. Ebenso sind auch die meisten anderen Monde früher verkehrtläufige Planeten oder Kometen gewesen, welche von grösseren Weltkörpern, den Planeten, aufgefangen und genöthigt worden sind, dieselben stets zu begleiten und in kreisförmigen Bahnen herum zu laufen.»

Die Rechtläufigkeit der Planeten und Monde sucht *Gruithuisen* folgender Maassen zu erklären: «Ist irgend ein Planetensystem noch unausgebildet, so kann man den Grund nicht einsehen, warum die erst gewordene Sonne (der Fixstern) nicht grosse und kleine Weltkörper um sich haben sollte, die nahe in gleichem Maasse recht-

---

*) *Gruithuisen* will aus Beobachtungsdaten berechnet haben, dass in jeder Secunde 4892 Billionen Sternschnuppen (welche identisch sind mit Feuerkugeln, Meteormassen u. dgl.) in die Sonne stürzen müssen. S. dessen neue Analekten Bd. I. Heft 3. S. 33.

und verkehrtläufig um sie ihren Umlauf machen, wenn wir annehmen, sie selbst habe keine relative Bewegung.

Man wird gleich sehen, dass eine solche Annahme physisch absurd ist, wenn wir bedenken, dass selbst nach den Beobachtungen kein einziger Fixstern ein eigentlicher Fixstern ist, sondern dass jeder seine Bewegung hat, vergleichungsweise mit andern Fixsternen.

Dass dieses so sein müsse, sieht man leicht ein, wenn man sich einen werdenden Fixstern mit seinen fertigen oder erst werdenden Kometen, Planeten und Monden unter einer Menge von andern seines Gleichen in einem Sternhaufen beisammen vorstellt. Immer wird da die Schwerkraft nach irgend einer Richtung gegen nähere oder massigere Sterne hin überwiegend sein. Aber in dieser Richtung bleiben die gewaltigeren Sterne auch nicht stehen, weil sie einer andern überwiegenden Schwerkraft folgen. Diese Verhältnisse sind indessen nicht so einfach in einem Sternhaufen wie z. B. in unserm, welchen die nächsten, vielleicht die scheinbar grössten Fixsterne bilden. Es ist völlig unmöglich, dass ein solcher Fixstern eine gerade Laufbahn haben oder behalten könne. Setzen wir, unsere Sonne nehme jezt ihre Bahnrichtung dem kleinen Löwen zu, so wird ihre Bahn sich gegen den Sirius und Canopus krümmen. Sind ihr aber früher andere Sterne näher gewesen, die sich ihrer grössern Geschwindigkeit und Bahnexcentricität wegen von ihr entfernten, so hatte ihre Bahnfläche eine andere Neigung, vielleicht war sie die mittlere der Bahnflächen unserer Planeten; denn eine langsame Bewegung kann ihre Richtung leichter ändern, als eine geschwinde. — Allein bei so verschiedenartig wechselnden Schwereverhältnissen kann die Bahn allermeist keine wahre Kegelschnittslinie sein, ob sie gleich fast immer eine krumme Linie darstellt. Aber die geschwindern Planeten werden Ellipsen beschreiben, die mehr oder weniger vollkommen sind,

je weniger oder je mehr sie durch nahe oder grosse andere Weltkörper Störungen zu erleiden haben.

Hat, während einer undenklich grossen Zeit, die Sonne alle ihre um sie laufenden Weltkörper in einer gekrümmten Bahn mit herumgeschleppt, so hatten mittlerweile die verkehrtläufigen Weltkörper, durch ihre ebenfalls verkehrtläufigen Apsiden, immer grössere Excentricitäten bekommen *), während ihre Bahnen, nach den Gesetzen der Störung, durch das Hinderniss des Mediums sich fortwährend verengerten, so dass endlich ihre Sonnennähe auf die Oberfläche des Sonnenkerns fallen und ihr Versinken in die Sonne erfolgen musste.

Wenn nun eine Menge der verkehrtläufigen Weltkörper von ihren Sonnen verschluckt worden sind, wovon im Verhältniss zu der Axenbewegung unserer grössten Planeten jene Bewegung der Sonnen so höchst ungleich, und in der Regel so ungemein langsam seyn mag, so sind doch noch mehrere verkehrtläufige, mittelgrosse Weltkörper übrig geblieben, die ihre verkehrtläufige Bewegung in einer weiten Ellipse desshalb beibehielten, weil die rechtläufigen grösseren Weltkörper, wenn jene nur etwas kleinere Bahnen hatten, in diesen Bahnen durch Störungen die Excentricitäten immer um nahe so viel verkleinern mussten, als sie durch die Sonne vergrössert wurden. Hatten sie aber etwas grössere Bahnen und kamen in die Mondfangsphäre der Planeten, so wurde auch von ihren Planeten die Excentricität so lange fort vergrössert, bis sie wegen des Mediumshindernisses senkrecht in ihn stürzen mussten. So und durch den seltenern directen Anstoss wurden alle verkehrtläufigen Weltkörper bis auf diejenigen aufgezehrt, welche eine

*) Dieses müsste darum geschehen, weil wegen der vorgeeilten Apside und der Krümmung der Sonnenbahn die Sonnennähe eher erfolgte, als der Weltkörper die der Sonnennähe angehörende Geschwindigkeit hatte. *Gruithuisen* in seinen neuen Anal. Bd. I. Heft 6. S. 5.

fast gleich grosse, jedoch etwas kleinere Bahn hatten als die grössern rechtläufigen Planeten, die nach dem dritten *Kepler*'schen Gesetze von diesen auch gefangen werden und um sie als Monde laufen mussten, sobald sie in ihre Mondfangsphäre kamen; während die rechtläufigen kleinern Weltkörper beim Knoten verschluckt werden müssen, wenn sie nur eine nahe gleich grosse Bahn mit der des grössern Planeten hatten, weil sie den grössten Theil der Umlaufszeit nach- und mit einander fortliefen und daher sich gegenseitig so verhielten, als stünden sie beinahe ganz still beisammen. Aber alle andern rechtläufigen Planeten, seien sie auch noch so klein, bleiben für sich Planeten, besonders wenn sie grosse Excentricitäten, Neigungen und Spielräume haben, wie z. B. die vier neuentdeckten, von welchen niemals einer der Mond des andern werden kann, weil kein einziger verkehrtläufiger unter ihnen ist. Auch der *v. Biela*'sche und *Enke*'sche Komet würde nie Mond dieser Planeten werden können, falls sie sich einst als wahre Planeten zu ihnen gesellen sollten, weil sie ebenfalls rechtläufig sind. Aber der *Halley*'sche Komet könnte dereinst ein Saturns- oder Uranusmond werden, weil er verkehrtläufig ist, wenn er eine Planetenbahn durch das Hinderniss des Mediums oder durch Störungen erhalten sollte; aber der *Olbers*'sche Komet wird in solchem Falle stets ein Planet für sich bleiben. Uebrigens ist es möglich, und dem Anscheine nach auch wirklich, dass selbst in gestreckten Bahnen mancher verkehrtläufige Komet von den zwei äussersten grossen Planeten gefangen wurde, wenn seine dortige Bewegung dazu keine zu grosse Geschwindigkeit hatte. — Es erhellet nun hieraus, dass die zu Stande gekommene überwiegende Rechtläufigkeit in der Sphäre der Körper unseres Sonnensystems, so weit sie bis jezt entdeckt sind, mit aller Evidenz als Erfolg der Aggregation anzusehen sei. Was die übrigen Kometen, deren Recht- und Rücklaufigkeit sich gleichsam die Wage zu halten scheinen,

betrifft, so ist es wahrscheinlich, dass die Sonne auf ihrem Wege im Weltraume sofort immer mehrere Kometen erobert, dass sie deren aber dafür einige mit sehr gestreckten Bahnen hinter sich zurücklassen oder verschlucken möge. Die Kometen sind zu unserer Zeitperiode wohl weniger geschickt, der Aggregation zu unterliegen, als die Planeten, weil sie so ungemein verschiedene Geschwindigkeit und Neigungen aller Art in ihren Bahnen besitzen; aber die verkehrtläufigen sind nach dem, was oben gesagt ist, nothwendig, und sonst auch zufällig, dem Einsturze in die Sonne ausgesezt, so wie sie durch noch seltnere Zufälle dem Verschlucktwerden durch Planeten und Monde ausgesezt sind, besonders durch die entferntesten Planeten, wo die Geschwindigkeit der Kometen schon nicht mehr so gross ist, als unterhalb des Jupiters, wo der Fang eines Kometen als Mond wegen seiner gar zu grossen Geschwindigkeit und der geringen Masse der Planeten in das Unmögliche geht.

Die Axendrehungen der Weltkörper z. B. der Sonne und der Planeten kommen daher, weil bei den einstürzenden Weltkörpern die Richtung nicht central sein kann, und weil selbst alle rechtläufigen Monde und Planeten auch rechtläufig in ihre Hauptkörper stürzen müssen, obgleich hier weniger der Einsturz, als das durch ihre immer wachsende Bewegungsgewalt bewegte Meer die Rotation befördern muss, da die ganze Geschwindigkeit, welche aus der Entfernung nach dem dritten *Kepler*'schen Gesetze folgt, immer wächst, bis die Berührung des Meeres vom Kern des einsinkenden Körpers geschieht.

Die Planeten, wie auch die Kometen, befinden und bewegen sich immer in der Sonnenatmosphäre. Ebenso befinden sich auch die Monde sämmtlich innerhalb der Atmosphären ihrer Hauptplaneten, und hieraus entspringt die ungeheuer schnelle Bewegung ihrer Apsiden. Da das Medium den Weltkörpern, welche sich darin bewegen, stets Widerstand leistet, so vermindert es ihre Tan-

gentialkraft und bewirkt dadurch, dass die mittlere Bewegung der Planeten um die Sonne und der Trabanten um die Planeten immer schneller, und dass die halbe grosse Axe wie auch die Excentricität der Bahnen immer kleiner werden muss, und dass demnach die Planeten, Monde und Kometen sich ihren Hauptkörpern immer und unaufhörlich nähern müssen, bis sie endlich in dieselben hineinstürzen. Es handelt sich hier nicht etwa blos um das Zusammenstürzen eines Kometen mit der Erde, sondern um nichts weniger und um nichts mehr, als um das Hineinstürzen der Erde in die Sonne, nachdem schon früher der Mond in die Erde gestürzt war, so dass also der Calcul gewiss gemacht hat, was prophezeit ist, dass, im populären Sinne genommen, die Sterne vom Himmel fallen werden.

Solche Aggregationen finden überall in dem unendlichen Himmelsraume Statt und werden auch im Laufe der Zeiten kein Ende nehmen. Die grössern Weltkörper reissen die kleinern an sich, und die grössten reissen die grössern und die kleinern an sich, und während dieses geschieht, entstehen immer wieder neue kleine Massen aus der in dem ganzen Weltraume verbreiteten äusserst feinen Weltsubstanz. Damit aber die Welt in ihrem jetzigen Zustande verharre und die Aggregation stets fortdauern könne, d. h. dass einer Seits die äusserst feine Weltsubstanz nicht alle durch die stets fortgesezten Bildungen verzehrt, und damit anderer Seits durch die stets fortgesezten Aggregationen der kleinern, grössern und grössten Weltkörper dieselben nicht alle zu einem Endklumpen vereinigt werden, so muss auch fortwährend eine Verflüchtigung dieser Massen Statt finden.» — In Beziehung auf die nähere Erörterung dieses Dissipationssystems bemerkt *Gruithuisen*: «Gegenwärtig scheint es mir noch zu frühe, dieses System aufzustellen, aber vor der Hand ist es zureichend zu wissen, dass die Hineinstürze grosser Weltkörper in die Sonne, und die Aufblähungen

ihrer atmosphärischen Feuerdecken den vorzüglichsten Act der Dissipation darstellen und es ist klar, dass hier durch den Chemismus des Kerns, der in ihm auch ohne solchen Einsturz ein unaufhörliches vulkanisches Gewühl unterhält, die Verflüchtigung der brennbarsten Gase und mit ihr die Mitverflüchtigung der Metalle und Metalloide bedingt ist» *).

Gruithuisen's Hypothese ist zwar genial, aber zu sehr gekünstelt, sie fordert zu viel willkürliche Annahmen und lässt dennoch die wichtigsten Erscheinungen unseres Sonnensystems unerklärt. Unter andern kann man dagegen folgende Einwendungen machen:

Es ist unwahrscheinlich, dass es anfangs gar kein Wasser, sondern nur Wasserstoffgas und Sauerstoffgas gegeben haben solle, und dass diese beiden Gasarten alle Metalle, Metalloide und sämmtliche andere Stoffe in sich aufgelösst enthalten, und sich dabei in einem Zustande einer unbegreiflich grossen Verdünnung befunden haben sollen. Es lässt sich nicht denken, wie so etwas möglich ist, auch haben wir keine triftigen Gründe, solches als wirklich vorauszusetzen. Unsere Erfahrungen in den Naturwissenschaften sprechen durchaus nicht dafür, sondern vielmehr dagegen. Ferner ist es unbegreiflich, wie in einem Chaos, das nur potentia, aber nicht actu chemisch affinitiv gewesen sein soll, ein chemischer Prozess Statt finden sollte; denn, wenn von Anfang an keine Kräfte darin wirksam waren, so konnten auch im Verlauf von Weltenjahren keine Veränderungen und keine Steigerung von wirkenden Kräften darin erfolgen. Der gesammte Entwickelungsprozess des Weltsystems von dem äusserst verdünnten gasförmigen Zustande angefangen

*) Wer dieses Aggregations- und Dissipationssystem, sowie auch die dafür angegebenen Gründe näher kennen zu lernen wünscht, der sehe *Gruithuisen's* neue Analekten für Erd- und Himmelskunde Bd. I. Heft 3. S. 1—17; ferner S. 29. Heft 4 u. 5. S. 1—25. Heft 6. S. 45—71.

bis zu der Bildung von Sonnen, Planeten, Kometen u. s. w. ist in allen Momenten seiner ganzen Uebergangsperiode durchaus unwahrscheinlich und unerklärbar. Doch hiervon wollen wir abstrahiren und gleich zu den Producten des chemischen Bildungsprocesses übergehen und die Entstehung der Weltkörper, wie auch ihr Verhältniss zu einander, etwas näher untersuchen.

Es ist unbegreiflich, warum die Sonnen sich zuerst bilden sollen; denn da die Aggregationen aus dem äusserst fein verdünnten Zustande der Weltsubstanz nur nach und nach erfolgen sollen, so müssten zuerst kleinere Körper entstehen und aus diesen erst durch Aggregation grössere Körper werden; demnach aber müssten eigentlich zuerst kleinere Körper wie z. B. die Meteormassen, hierauf Kometen, dann Planeten mit ihren Monden und endlich erst die Sonnen durch die fortgesezte Aggregation entstehen, so dass diese grösseren Körper alle vorhergehenden Klassen von Weltkörpern durchgemacht haben müssten. *Gruithuisen* sagt: die Sonnen bilden sich am ersten, weil der Oxydationsprozess der schnellste und häufigste sei, und an einer andern vorhergehenden Stelle heisst es: der Prozess der Weltbildung müsse mit Oxydation und Wassererzeugung beginnen. Aber können denn beide Behauptungen zugleich wahr sein? Sollen vielleicht in dem Wasser erst die Niederschläge entstehen, welche zur Bildung der Sonnen erforderlich sind? Wenn dieses wirklich der Fall ist, warum sollen aber hier die Sonnen zuerst entstehen, da doch alle übrigen Weltkörper ebenfalls durch das Zusammenballen der chemischen Producte oder Niederschläge sich bilden sollen? Sollen vielleicht einige Stoffe zur Bildung von Sonnen, und andere zur Bildung von Kometen und Planeten besser geeignet sein? Dann aber bleibt zu bestimmen, von welcher Art diese Stoffe, und warum sie besser zu diesem oder jenem geeignet sind? Wenn aber die Sonnen sich aus den nämlichen Stoffen bilden sollen wie die Kometen und Planeten;

warum sollen sie sich früher und schneller entwickeln? Warum und wodurch erzeugen sie den ungeheuren Verbrennungsprozess, welcher so viel Wärme und Licht entwickelt, während solches bei den Kometen und Planeten nicht statt findet? — Wenn die Planeten weiter nichts sind als grössere Körper, welche durch Vereinigung von mehreren Kometen entstanden sind, warum fahren sie nicht fort, die nämlichen Erscheinungen darzubieten, welche den einzelnen Kometen eigenthümlich sind? —

Die Tangentialkraft, vermöge welcher die verschiedenen Weltkörper ihre krummlinigen Bahnen beschreiben, soll nach *Gruithuisen* vom Fall gegen die Sonne herkommen; dieses aber ist unbegreiflich und steht mit den Erfahrungen der Physik im Widerspruch; denn, wie bekannt ist, entsteht eine krummlinige Bewegung nur durch die gleichzeitige Wirkung zweier, ihrer Richtung nach verschiedener Kräfte. Wie ist es möglich, dass eine Kraft, welche einen Körper gerade gegen die Sonne zu bewegen strebt, ihn zugleich auch nach der Seite treiben, also von der Sonne abhalten soll? Ferner ist nicht einzusehen, warum dieselbe Kraft den einen Weltkörper nach dieser und den andern nach jener Seite herumgetrieben, und warum es anfangs eben sowohl rückläufige als rechtläufige Planeten gegeben haben soll. Es müsste also noch etwas gegeben haben, wodurch jene Kraft bestimmt worden wäre, den einen Weltkörper nach dieser, den andern nach jener Richtung um die Sonne zu treiben.

Um die Rechtläufigkeit der Planeten und Monde zu erklären, behauptet *Gruithuisen*: es seien vorzüglich rückläufige Weltkörper in die Sonne oder in andere grössere Weltkörper gestürzt, also zu Grunde gegangen, oder als Monde gefangen worden, während die meisten der rechtläufigen Weltkörper von diesem Schicksale verschont geblieben wären; allein die Gründe, welche er für diese Behauptung angibt, sind unstatthaft und es sind dagegen unter anderen folgende Einwendungen zu machen: 1) es

ist nicht möglich, dass ein Körper zur Sonnennähe gelange, ohne die der Sonnennähe angemessene Geschwindigkeit zu haben. Die Ursache, welche den Lauf der Weltkörper bei der Annäherung zur Sonne beschleunigt, kann und muss sich immer geltend machen und ihre Wirkung hervorbringen. Auch lehrt die Erfahrung, dass alle Weltkörper bei der Annäherung gegen die Sonne eine grössere Schnelligkeit bekommen, und man hat noch keinen Weltkörper beobachtet, wo dieses Gesetz nicht statt gefunden hätte. 2) Ferner ist zu erwiedern, dass man noch bei keinem Weltkörper eine Zunahme seiner Excentricität beobachtet hat, dass im Gegentheil die Erfahrung eine Abnahme der Excentricitäten der Weltkörper lehrt, wie denn auch *Gruithuisen* selbst anerkennt, dass die Bahnen der Planeten, Monde und Kometen sich nach und nach immer mehr dem Kreise nähern müssen. 3) Ueberdiess ist noch zu bemerken, dass wenn die Excentricitäten der Bahnen hätten zunehmen sollen, dieses eben sowohl bei den rechtläufigen wie bei den rückläufigen Weltkörpern hätte statt finden müssen, und dass demnach also auch die rechtläufigen Planeten ebenso häufig hätten in die Sonne stürzen müssen, wie die rückläufigen; denn es ist nicht abzusehen, warum die Verhältnisse, welche auf die Bewegung und Richtung der Weltkörper einen bestimmten Einfluss haben, bei den rückläufigen anders gewesen sein sollen, als bei den rechtläufigen. — Ferner sagt *Gruithuisen*, dass ein Theil der verkehrtläufigen Weltkörper, welche nicht zu Grunde gegangen, durch die grösseren rechtläufigen Planeten aufgefangen und gezwungen worden seyen als Monde um sie herumzulaufen; woher sollte es aber kommen, dass alle Monde rechtläufig ihre Planeten begleiten? *Gruithuisen* behauptet zwar, der Uranus habe zwei verkehrtläufige Monde; hiergegen aber ist zu erwiedern, dass nach den Beobachtungen und Angaben aller anderen Astronomen, Uranus nur rechtläufige Monde besizt. Ueberdiess ist es sehr auffallend

und sonderbar, dass nur die verkehrtläufigen Planeten so unglücklich gewesen sein sollen, von der Sonne verschluckt oder von den rechtläufigen Planeten als Monde gefangen zu werden, und dass es nicht einem einzigen derselben gelungen sein sollte, glücklich durchzukommen, auch wohl selbst einen rechtläufigen Planeten zum Gefangenen zu machen. — Die rechtläufigen kleineren Weltkörper sollen nach *Gruithuisen* beim Knoten verschluckt werden müssen, wenn sie nur eine nahe gleich grosse Bahn mit der des grösseren Planeten hatten; weil sie den grössten Theil der Umlaufszeit nach- und mit einander fortliefen und daher sich gegenseitig so verhielten, als stünden sie beinahe ganz still beisammen. Diese Annahme aber ist unstatthaft; denn hiergegen ist zu bemerken, dass zwei Weltkörper, welche an Grösse und Masse so verschieden sind, dass der eine den andern als Mond auffangen und beherrschen könnte, nicht so gleichförmig nach- und mit einander fortlaufen können, indem bei allen Planeten, welche an Grösse und Masse sehr verschieden sind, auch die Schnelligkeit ihres Umlaufes sehr verschieden ist; und gesezt auch, die Schnelligkeit des Umlaufes wäre so ziemlich gleich gross, so müssten beide Weltkörper doch nicht gerade gleichzeitig in den einander entsprechenden nächsten Puncten ihrer beiden Bahnen sich befinden, da sie ja auch ebenso gut in sehr verschiedenen Regionen sich bewegen könnten. — Die Axendrehungen sollen nach *Gruithuisen* daher kommen, weil bei den einstürzenden Weltkörpern die Richtung nicht central sein könnte; allein hiergegen ist Folgendes einzuwenden. Es können hier drei Fälle als möglich angenommen werden, nämlich: die Weltkörper, welche in ihren Centralkörper gestürzt sein sollen, waren entweder 1) theils rechtläufig und theils rückläufig, oder 2) blos rückläufig oder 3) blos rechtläufig. Wenn sowohl rechtläufige als rückläufige Weltkörper in ihren Centralkörper gestürzt wären, so hätte derselbe gar nicht

in Rotation gerathen können, indem die entgegen gesetzten Wirkungen der rechtläufig und der rückläufig einstürzenden Weltkörper sich gegenseitig aufgehoben haben müssten. Sollten vielleicht nur die rückläufigen oder diese doch in einer beträchtlichen Mehrzahl in ihren Centralkörper gestürzt sein, so ist dagegen zu bemerken: 1) dass eine solche Annahme sich durchaus nicht begründen lässt und ganz unzulässig erscheint; denn da der Hauptkörper alle um ihn herumlaufenden Körper in gleicher Weise anzieht, und da auch diese herumlaufenden Körper selbst gegenseitig auf einander in gleicher Weise einwirken, so muss auch der Erfolg für die rechtläufigen, wie für die rückläufigen der nämliche sein, so dass die einen wie die andern in gleicher Menge in ihren Centralkörper stürzen konnten. 2) Ferner ist gegen jene Annahme einzuwenden, dass wenn vorzüglich oder ausschliesslich nur rückläufige Weltkörper eingestürzt wären, die Rotation desselben ja auch rückläufig hätte werden müssen, da doch die Sonne und die Planeten in der That alle rechtläufig rotiren.

Wenn im Gegentheil angenommen werden sollte, dass nur rechtläufige Weltkörper in ihren Hauptkörper gestürzt seien, so wäre hiergegen zu bemerken: 1) dass auch diese einseitige Annahme sich nicht gehörig begründen lässt, und 2) dass sie geradezu im Widerspruche steht mit derjenigen Annahme, woraus die Rechtläufigkeit der Planeten und Monde abgeleitet wurde, und dass dann die Anzahl der rechtläufigen Weltkörper, namentlich der Planeten und Monde, sehr gering, die der rückläufigen aber sehr gross sein müsste.

Gruithuisen behauptet: dass die Sonne keine wahre Kegelschnittslinie beschreiben könne, sondern dass sie nur in irgend einer krummen Linie nach verschiedenen Richtungen den Himmelsraum durchlaufe. Eine solche Annahme aber ist unstatthaft; denn, gleichwie die Sonne keine gerade Linie beschreiben kann, so kann sie auch nicht regellos im Himmelsraume umherirren, und wenn

man einmal annehmen muss, dass sie eine krumme Linie beschreibe, so lässt sich auch nicht mehr bezweifeln, dass sie sich um ein bestimmtes Centrum bewege und dass sie um dasselbe eine Kegelschnittslinie beschreiben müsse. — *Gruithuisen* gründet seine eben erwähnte Behauptung darauf, dass die näheren oder massigeren Sterne, welche die Sonne anziehen und dadurch zwingen, eine meist krumme Linie zu beschreiben, in dieser Richtung nicht stehen bleiben, sondern wegen ihrer grösseren Geschwindigkeit und Bahnexcentricität sich wieder von der Sonne entfernen könnten, so dass diese in ihrem ferneren regellosen Laufe wieder in die Anziehungssphäre und Gewalt anderer Sterne gerathen könnte. Eine solche Annahme aber ist unzulässig; denn, wenn ein sogenannter Fixstern durch seine Grösse und Nähe im Stand ist, die Sonne gegen sich heranziehen und zu zwingen eine krumme Linie um ihn zu beschreiben, so muss er auch fähig sein, bei seinem ferneren Laufe die Sonne mit sich fortzuschleppen, gleichwie auch die Sonne ihre Planeten alle mit sich fortschleppt und diese ebenfalls ihre Trabanten mit sich fortschleppen. Und wenn der grössere anziehende Fixstern eine Kegelschnittslinie beschreibt, (wie dieses doch *Gruithuisen* selbst annimmt, indem er demselben, um ihm die Entfernung von der Sonne möglich zu machen, eine grössere Geschwindigkeit und Bahnexcentricität beilegt) so scheint doch die Consequenz zu fordern, dass man der Sonne ebenfalls eine Bahnexcentricität und somit auch eine bestimmte, mehr oder weniger excentrische Bahn, eine Kegelschnittslinie zugestehe. — Es wäre auch sonderbar, wenn die Sonne kein bestimmtes Centrum haben und so ganz allen Zufälligkeiten preissgegeben, in dem unermesslichen Himmelsraume umherirren sollte, da doch die Planeten, Monde und Kometen ihre respectiven Centralkörper haben und um dieselben mehr oder weniger excentrische Kegelschnittslinien beschreiben.

Die Erscheinungen, dass die Bahnen der Planeten und Kometen sich dem Kreise immer mehr nähern, dass die mittleren Bewegungen der Planeten um die Sonne und der Trabanten um ihre Planeten von Jahr zu Jahr schneller werden u. s. w. können wohl statt finden; allein unrichtig ist es, wenn *Gruithuisen* daraus folgert, dass diese Körper sich unaufhörlich ihren Centralkörpern nähern und endlich in sie hineinstürzen müssten, und ferner ist es unrichtig, wenn von *Gruithuisen, Schubert* und Anderen die Abnahme der Excentricität der Planeten- und Kometenbahnen von einem Widerstande des Mediums, worin die Weltkörper sich bewegen, hergeleitet wird. Fürs erste ist zu bemerken, dass die grosse Axe jeder Planeten- oder Kometenbahn eine lange Reihe von Jahren hindurch abnehmen kann, ohne dass die mittlere Entfernung von der Sonne sich unaufhörlich zu vermindern braucht; denn die Bahnen der Planeten wie auch die der Kometen können sich der Kreisform immer mehr nähern, so dass die kleine Axe derselben stets zunimmt, während die grosse Axe abnimmt, bis endlich beide einander gleich werden und die Bahnen also wirklich eine Kreisform annehmen. Aus der Abnahme der grossen Axe der Bahnen der Planeten, Monde und Kometen lässt sich also noch nicht folgern, dass diese Weltkörper sich ihren Centralkörpern immer mehr nähern und endlich in dieselben niederstürzen müssen. Es lässt sich also auch nicht schliessen, dass ein solcher Vorgang jemals statt gefunden habe oder einstens noch erfolgen werde. — Ferner ist zu bemerken, dass zwar der unermessliche Weltraum mit einer dünnen Luft, Aether, oder wie man es sonst nennen will, angefüllt sein könne, dass aber die erwähnten Veränderungen in der Bewegung und Richtung der Planeten, Monde und Kometen nicht von einem Widerstande dieses Mediums, sondern von einer andern Ursache, herrühren, was in der Folge noch gezeigt werden soll. Wenn auch jenes Medium durch seinen Widerstand die Weltkörper, namentlich die Planeten und Monde, in ihrem Laufe

hemmen und dadurch ihre Centrifugalkraft und ihre Entfernung von dem Centralkörper vermindern könnte, was aber nicht der Fall ist, so wäre es doch nicht im Stande, die elliptische Gestalt ihrer Bahnen in eine kreisförmige umzuändern. Das Medium ist nicht im Stande die Tangential- und Centrifugalkraft der Planeten und Monde immer mehr zu vermindern, weil dieselbe von einer andern Seite her beständig erneuert und dadurch stets in einer hinreichenden Stärke erhalten wird, wie wir später sehen werden. Es ist auch auffallend, dass das Medium fähig sein soll, die Weltkörper in ihrem Laufe zu hemmen und ihre Tangential- und Centrifugalkraft nach und nach ganz aufzuheben; denn wenn das Medium wirklich einen solchen Widerstand leisten könnte, so hätten die Weltkörper die grosse Tangentialkraft und Schnelligkeit, womit sie ihre Bahnen durchlaufen, nie erlangen können, indem ein solcher Widerstand schon das Entstehen der Bewegung und der Tangentialkraft hätte verhindern müssen.

Die Erscheinung, dass die mittlere Bewegung der Planeten und Monde von Jahr zu Jahr schneller wird, lässt sich ebenfalls nicht von einem Widerstande des Mediums herleiten; ein solcher Widerstand könnte die Bewegung der Weltkörper durchaus nicht beschleunigen, sondern müsste vielmehr dieselbe in ihrem Laufe immer mehr hemmen und somit auch ihre Schnelligkeit vermindern. Eine Beschleunigung der Bewegung könnte nur dann erfolgen, wenn die Entfernung der Weltkörper von ihrem Centralkörper in einem grösseren Verhältnisse abnähme, als ihre Tangentialkraft, wenn z. B. solche Weltkörper viel näher zu ihrem Centralkörper kämen ohne ihre Tangentialkraft einzubüssen; wenn aber dieselben durch einen Widerstand des Mediums nach und nach immer mehr in ihrem Laufe gehemmt, mithin ihrer Tangentialkraft beraubt, und dadurch genöthigt würden ihrem Centralkörper näher zu rücken, so könnte ihre Bewegung nicht schneller werden, weil sie nur langsam, nach und nach sich ihrem Central-

körper nähern könnten, und zwar in dem Maasse, wie ihre Tangential- und Centrifugalkraft abnähme.

Ferner ist gegen die Hypothese von *Gruithuisen* noch einzuwenden, dass sie nicht im Stande ist, die innigen Beziehungen zwischen der Sonne, den Planeten und ihren Trabanten, wie auch mehre andere merkwürdige Erscheinungen in dem Sonnensystem zu erklären; so z. B. warum die Bahnen der Kometen meistens unter sehr grossen Winkeln die Ebene des Sonnenäquators durchschneiden, warum die Planetenbahnen so wenig von der Ebene des Sonnenäquators abweichen und warum ebenfalls die Bahnen der Monde so nahe mit der Ebene des Aequators ihres Centralkörpers zusammentreffen; ferner, warum überhaupt die Bahnen aller dieser Weltkörper nicht vollkommen kreisrund, sondern elliptisch sind, und warum insbesondere die Bahnen der Planeten und Monde so nahe kreisförmig, die der Kometen im Gegentheil so sehr in die Länge gezogen sind und so ausserordentlich weit von der Kreisform abweichen?

Dieses mag wohl genügen um zu zeigen, dass die Hypothese von *Gruithuisen* den Anforderungen, welche billiger Weise gestellt werden können, nicht entspreche, dass sie folglich auch nicht als die wahre, richtige Erklärung des gesammten Weltsystems überhaupt und besonders der Entstehung und Bewegung der Sonne, der Planeten, Monde und Kometen anerkannt werden könne.

Ansicht des Verfassers.

Bevor ich es unternehme, die Entstehung der Sonne, der Planeten, Monde und Kometen zu erörtern, scheint es zweckmässig, zuerst aus den bekannten, durch die Erfahrung gegebenen Thatsachen und den wirklich bestehenden Verhältnissen unseres Sonnensystems, die Bewegungen der Planeten, Monde und der Sonne zu erklären, und sodann die Entstehung dieser Weltkörper und ihrer merkwürdigen Beziehungen zu einander zu erörtern. Um die

Bewegungen jener Weltkörper leichter und fasslicher erklären zu können, mag es wohl passend sein, einige wichtige Bemerkungen über den Begriff, das Wesen und die Erscheinungen der Schwung- und Tangentialkraft vorauszuschicken.

§. 8.

Vorbemerkungen über die Schwung-, Tangential- und Centrifugalkraft.

Alle Körper haben von Natur das Vermögen in dem Zustande der Ruhe oder Bewegung, worin sie sich eben befinden, mit einer gewissen Kraft zu beharren, und dieses Vermögen ist daher Beharrungsvermögen oder auch Trägheitskraft *(vis inertiae)* genannt worden. Alle Körper bekommen daher mit jeder Bewegung zugleich auch das Streben in dieser Bewegung zu verharren, d. h. diese Bewegung mit einer gewissen Kraft und Ausdauer fortzusetzen, und dieses Streben erscheint, abgesehen von dem Widerstande des Mediums, desto stärker: 1) je grösser der materielle Gehalt, die Masse der bewegten Körper, und 2) je grösser die Schnelligkeit der Bewegung ist. Dieses Streben der bewegten Körper, welches kurzweg mit dem Worte «Schwung» oder «Schwungkraft» bezeichnet werden könnte, erscheint bei einer Kreisbewegung als eine Tangential- und Centrifugalkraft, d. h. als ein Streben der Körper nach der Tangente des beschriebenen Bogens fortzufahren, und somit auch sich von dem Mittelpuncte der Kreisbewegung zu entfernen; denn da jede einfache Bewegung eine geradlinige ist, und da alle bewegten Körper vermöge ihrer Schwungkraft stets nach einer und derselben Richtung, d. h. in einer geraden Linie fortzufahren streben, so streben sie auch bei einer Kreisbewegung stets nach der Tangente des beschriebenen Bogens fortzufahren und somit sich von dem Mittelpuncte desselben zu entfernen. Die Tangential- und Centrifugalkraft beruhen also ursprünglich auf der Schwungkraft, sind eigentlich nur Wirkungen oder Aeusserungen der-

selben. Da die Erde sich mit einer grossen Schnelligkeit um ihre Axe dreht, indem jeder Punct ihres Aequators in einer Secunde 1,422 par. Fuss durchläuft, so bekommen dadurch alle auf der Erde befindlichen Körper eine gewisse Schwung- und Tangentialkraft, welche der Centripetalkraft entgegenwirkt und daher die Wirkung derselben, d. h. das Streben der Körper nach dem Mittelpunct der Erde, die Schwere verhältnissmässig vermindert.

§. 9.

Verhältniss der Tangential- und der Centripetalkraft an verschiedenen Puncten der Erdoberfläche.

Die Tangential- und die Centripetalkraft stehen nicht in allen Puncten der Erdoberfläche in gleichem Verhältnisse. An den Polen, d. h. den Endpuncten der Umdrehungsaxe, wo die Rotation = 0 ist, da äussert sich keine Tangentialkraft, sondern nur die Centripetalkraft, und zwar stärker, als in jedem andern Puncte der Erdoberfläche. Die Centripetalkraft nimmt von den Polen an gegen den Aequator hin an Stärke immer mehr ab, je mehr der auf der Umdrehungsaxe senkrecht stehende Umkreis der Erde an Grösse zunimmt, so dass sie endlich unter dem grössten Umkreis, d. h. unter dem Aequator selbst, am geringsten erscheint. Wenn die Erde nicht in einer Rotation begriffen wäre, sondern vollkommen ruhete, so dass die auf derselben befindlichen Körper ganz allein ihrer Attraction unterworfen wären, und also der perpendiculären Richtung nach dem Mittelpunct der Erde frei folgen könnten, so würde die Centripetalkraft von den Polen an gegen den Aequator an Stärke nicht abnehmen; da aber die Erde sich sehr schnell um ihre Axe dreht, so bekommen dadurch alle Körper eine von der perpendiculären Richtung der Attraction abweichende Tendenz, d. h. eine Tangentialkraft, welche gemäss ihrer Stärke den Einfluss der Attraction d. h. die Centripetalkraft der Körper vermindert, und zwar um so mehr, je grösser der

Bogen ist, welcher in einer gegebenen Zeit durch die auf der Erdoberfläche befindlichen Körper beschrieben wird. Da nun die auf der Umdrehungsaxe senkrecht stehenden Kreise, welche von den äussersten Puncten der Erdoberfläche und den darauf befindlichen Körpern durch die Rotation beschrieben werden, von den Polen angefangen gegen den Aequator hin an Grösse stets zunehmen, so muss auch mit der Rotation die Tangentialkraft von den Polen an beginnen und gegen den Aequator hin stets wachsen, so dass sie endlich an dem grössten Umkreise der Erde, d. h. unter dem Aequator am stärksten erscheint. Demnach muss die Centripetalkraft von den Polen an bis zu dem Aequator hin stets abnehmen, in dem nämlichen Verhältnisse, in welchem die Tangentialkraft zunimmt.

Da die Centripetalkraft unaufhörlich fortwirkt und die Körper stets von der Peripherie des Kreises nach dem Mittelpuncte desselben zu bewegen strebt, so lässt sich ihre Wirkung in einem sehr kleinen Zeittheile durch den Quersinus des beschriebenen kleinen Bogens messen. Vermittelst dieses Resultates kann man die Centripetalkraft mit der durch die Umdrehung der Erde entstehenden Centrifugalkraft vergleichen, wobei sich das Verhältniss derselben zu einander leicht finden lässt. Nach *Laplace* beschreiben die Körper am Aequator, gemäss der Umdrehung der Erde, in jeder Zeitsecunde einen Bogen von 40″, 1095 der Peripherie des Aequators; da der Halbmesser des Aequators sehr nahe 19,654,778 Fuss beträgt, so ist der Quersinus dieses Bogens 0, 0389704 Fuss. Da die Centrifugalkraft beständig der Centripetalkraft entgegenwirkt und somit ihre Wirkung vermindert, so fallen die Körper nur vermöge des Uebergewichtes der lezteren. Vermöge der Schwere, d. h. gemäss des Uebergewichtes der Centripetalkraft, fallen die Körper am Aequator in einer Zeitsecunde durch 11, 23585 Fuss; folglich verhält sich am Aequator die Centripetalkraft, welche nothwendig

ist um die Körper an der Oberfläche der Erde zurückzuhalten, und ebenso die von der Umdrehung der Erde herrührende Centrifugalkraft zu der wirklichen Schwere, wie 1 zu 288, 3. Die Centrifugalkraft ist demnach am Aequator sehr nahe $= {}^1/_{289}$ der wirklichen Schwere oder des Uebergewichtes der Centripetalkraft.

Wenn die Umdrehung der Erde mit einer grösseren Schnelligkeit von statten ginge, so würde die Tangential- und Centrifugalkraft verhältnissmässig stärker, die Centripetalkraft dagegen geringer erscheinen; demnach könnte bei einem gewissen Grade von Schnelligkeit die Centrifugalkraft eben so gross sein als die Centripetalkraft, so dass die Körper keine Schwere mehr haben würden, und nicht mehr zur Erde fallen könnten. Diese Erscheinung würde am Aequator statt finden, wenn die Erde sich 17 Mal schneller um ihre Axe drehte, indem alsdann der in einer Secunde beschriebene Bogen 17 Mal und sein Quersinus 289 Mal grösser ausfiele. Wenn aber die Rotation der Erde noch schneller von statten ginge, so würde die Centrifugalkraft verhältnissmässig grösser sein als die Centripetalkraft, und die Körper könnten alsdann nicht nur nicht mehr gegen die Erde fallen, sondern müssten sich sogar davon entfernen, und zwar desto weiter, je mehr die Tangential- und Centrifugalkraft an Stärke die Centripetalkraft überstiege, d. h. je schneller die Umdrehung der Erde von Statten ginge.

§. 10.

Verhältniss der Tangential-, Centrifugal- und der Centripetalkraft in verschiedenen Entfernungen von der Erdoberfläche.

Das Verhältniss, in welchem die Centripetal- und die Tangentialkraft auf der Erdoberfläche zu einander stehen, bleibt nicht in allen Entfernungen von der Erde sich gleich, sondern erleidet verschiedene Modificationen. — Wie wir bereits gesehen haben, ist die Centripetalkraft an der Oberfläche der Erde entschieden vorherrschend, so

dass sie die Tangentialkraft bedeutend überwiegt, was denn auch durch die Schwere der Körper genau angegeben wird. Mit der Entfernung von der Erde nimmt die Centripetalkraft ab, und zwar in dem umgekehrten Verhältnisse, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt; die Tangentialkraft aber nimmt zu in dem Maase, wie die Schnelligkeit der Kreisbewegung oder die Grösse des in einer bestimmten Zeit beschriebenen Bogens zunimmt. Ein Körper, welcher über der Erdoberfläche erhaben ist, beschreibt in gleicher Zeit einen grösseren Bogen, als der senkrecht unter ihm befindliche Punct der Erdoberfläche, und diese Differenz muss desto grösser auffallen, je weiter jener Körper von der Oberfläche der Erde entfernt ist. Demnach muss also die Tangentialkraft eines Körpers desto grösser sein, je weiter er über der Oberfläche der Erde erhaben ist*). Daher kömmt es denn auch, dass ein Körper, welchen man aus einer beträchtlichen Höhe frei herabfallen lässt, nicht senkrecht auf den perpendiculär unter ihm befindlichen Punct der Erdoberfläche niederfällt, auch nicht hinter ihm, d. h. gegen Westen zurückbleibt, (wie man dieses vermuthen könnte, wenn man erwägt, dass, während der Körper von seiner beträchtlichen Höhe niederfällt, der senkrecht unter ihm befindliche Punct der Erdoberfläche gemäss der Rotation beträchtlich weit nach Osten fortrückt), sondern dass der fallende Körper sogar noch seinem Senklothe gegen Osten voreilt, und zwar um so weiter 1) je grösser die Fallhöhe ist und 2) je näher der Ort, wo der Versuch angestellt wird, an dem Aequator liegt. Da ein solcher Körper während seines freien Falles eine krumme Linie beschreibt, so müssen zwei Kräfte vorhanden sein, welche gleichzeitig auf ihn einwirken und mit einander die Richtung seiner Bewegung bestimmen. Vermöge der Anziehung der

*) Dieses findet jedoch nur innerhalb gewisser Grenzen statt, wie noch in der Folge gezeigt werden soll.

Erde hat der Körper eine Centripetalkraft, d. h. ein Streben nach dem Mittelpunct der Erde, und vermöge der Rotation derselben bekömmt der Körper auch eine Tangentialkraft; er muss also, wenn man ihn fallen lässt, diesen beiden Kräften zu gleicher Zeit folgen und demnach während seines Falles eine krumme Linie beschreiben.

Diese Tangentialkraft eines fallenden Körpers kömmt nicht allein von der Bewegung, welche er schon vorher bis zu dem Moment, wo er zu fallen anfing, wirklich bekommen hatte, sondern sie wird auch selbst während seines Falles noch beständig, wenn gleich in einem abnehmenden Verhältnisse, erneuert, und zwar dadurch, dass der ihm zugewendete nächste Theil der Erde, welcher ihn vorzüglich und am stärksten anzieht, indem er sich gemäss der Rotation fortbewegt, ihn in der nämlichen Richtung mit sich herumzieht oder vielmehr gleichsam herumschleudert. Es gibt nämlich in der Attraction der Erde zwei Momente, wodurch die Bewegung eines über der Erdoberfläche erhabenen frei fallenden Körpers bewirkt und bestimmt wird. Die Attraction, welche zwischen einem solchen Körper und der ganzen Masse der Erde obwaltet, verursacht, dass jener Körper beständig in gerader d. h. perpendiculärer Richtung gegen die Erde strebt; diese Attraction geschieht also in der Art und Richtung, als wenn die Kräfte, von welchen sie herrührt, in dem Mittel- oder Schwerpunct der Erde und in dem des fallenden Körpers vereinigt wären.

Die Attraction aber, welche insbesondere noch zwischen dem fallenden Körper und dem ihm zugewendeten nächsten Theile der Erde obwaltet, bewirkt, dass dieser Theil der Erde bei seiner Rotationsbewegung jenen fallenden Körper mit sich fortreist und gleichsam herumschleudert. Diese Attraction geschieht also in der Art und Richtung, als ob eine Reihe von grössern anziehenden Massen zwischen der Umdrehungsaxe der Erde und dem fallenden Körper mit grosser Schnelligkeit vorüberliefen, und denselben

mit sich fort und in einem Bogen herumzögen. Diese Wirkung der rotirenden Massen der Erde könnte daher Circumtraction genannt werden, zum Unterschiede von jener Anziehung, vermöge welcher jeder Körper nach dem Mittelpuncte der Erde strebt, und welche kurzweg Attraction oder Gravitation genannt wird. Die Möglichkeit, ja selbst die Wirklichkeit einer solchen Circumtraction lässt sich um so weniger bezweifeln, wenn man erwägt, was bereits die Erfahrung gelehrt hat, dass die in grösserer Ferne an einander vorübergehenden Weltkörper durch Anziehung auf einander einwirken und ihre Bewegung und Richtung dadurch gegenseitig modifiziren, und dass namentlich die grösseren Weltkörper die Bewegung und Richtung der kleineren Weltkörper beträchtlich ändern können; ferner, wenn man erwägt, dass nicht blos die gesammte Masse der Weltkörper überhaupt, sondern selbst jedes ihrer kleinsten Theilchen ins Besondere eine Anziehungskraft besizt, und dass alle Theilchen der Körper einander im geraden Verhältniss der Massen und im umgekehrten Verhältniss des Quadrats der Entfernungen gegenseitig anziehen. Diesem Gesetze zufolge muss derjenige Theil der Erde, welcher einem frei fallenden Körper zugewendet und am nächsten ist, denselben verhältnissmässig stärker anziehen, als derjenige Theil der Erde, welcher davon abgewendet und am weitesten entfernt ist. — Demnach lässt sich schliessen, dass der zugewendete Theil der Erde, wegen seiner Nähe und gemäss seiner überwiegend grossen Masse, im Stande sei, den verhältnissmässig sehr kleinen frei fallenden Körper, vermöge der Anziehung, zu beherrschen und ihm also auch seine Bewegung mitzutheilen. — Hierfür spricht ferner auch die Erscheinung, dass selbst eine so kleine Masse, wie die eines Gebirges, schon im Stande ist, vermöge der Anziehung das Senkloth von seiner perpendiculären Richtung abzulenken. — Aus diesen Gründen lässt sich also annehmen, dass die Erde vermöge der vereinigten Wirkungen

der Attraction und Rotation im Stande sei, einen frei schwebenden Körper in der Richtung ihrer Umdrehung mit sich herumzuziehen und gleichsam herumzuschleudern, ihm also eine gewisse Projectiv- oder Tangentialkraft mitzutheilen; und diese Kraftertheilung würde noch viel bedeutender ausfallen, wenn die Erde einen grösseren Umfang hätte und wenn die Rotation derselben schneller von Statten ginge. Die Projectiv- oder Tangentialkraft, welche die Erde einem schwebenden Körper mittheilt, muss desto grösser ausfallen, je weiter derselbe von der Erdoberfläche entfernt ist, weil dann auch die Schnelligkeit seiner Kreisbewegung, d. h. die Grösse des in einer gegebenen Zeit durch ihn beschriebenen Bogens desto grösser ist.

Da nun mit fortschreitender Entfernung von der Erde die Centripetalkraft immer mehr abnimmt, die Tangentialkraft aber immer zunimmt, so muss die Differenz zwischen beiden Kräften immer geringer werden, bis sie endlich in einer gewissen Entfernung von der Erde ganz verschwindet, so dass beide Kräfte gleich gross erscheinen. In einer solchen Entfernung würde also ein Körper nicht mehr zur Erde fallen, sondern fortwährend in einer kreisförmigen Bahn um dieselbe herumlaufen. — Bei einer noch grösseren Entfernung von der Erde würde sofort die Tangentialkraft stärker erscheinen als die Centripetalkraft, so dass demnach ein Körper daselbst im Stande wäre, sich noch weiter von der Erde zu entfernen. Die Tangentialkraft eines solchen Körpers muss also mit zunehmender Entfernung von der Erde immerfort zunehmen, wie die Grösse des in einer gegebenen Zeit von ihm beschriebenen Bogens, d. h. die Schnelligkeit seiner Kreisbewegung zunimmt. Die Schnelligkeit der Kreisbewegung wächst jedoch mit der Entfernung nicht in's Unendliche, sondern sie erlangt ihr Maximum in einer gewissen Distanz von der Erde, und beginnt von da, sobald die Entfernung von der Erde noch ferner zunimmt, wieder abzunehmen, so dass der in einer gegebenen Zeit beschriebene Bogen sofort immer

kleiner wird. Dieses ist folgender Maassen zu erklären: Da die Attraction des zugewendeten nächsten Theiles der Erde bei zunehmender Entfernung immer schwächer wird, so muss auch die Einwirkung seiner Rotation auf einen entfernten Körper, die Circumtraction, d. h. die Mittheilung der Kreisbewegung und Tangentialkraft immer geringer werden, und zwar muss dieselbe sofort in einem grössern Verhältnisse abnehmen, als die Centripetalkraft; denn da die Stärke der Attraction sich verhält wie die Grösse der attrahirenden Masse, so kann die Attraction einzelner Theile der Erde nicht so stark sein und sich nicht so weit in die Ferne erstrecken, als die Attraction der ganzen Erdmasse. Da nun die vermöge der Rotation einem entfernten Körper mitgetheilte Tangentialkraft vorzüglich von der Attraction des ihm zugewendeten nächsten Theiles der Erde abhängt, die Centripetalkraft eines entfernten Körpers aber immer der Attraction der gesammten Erdmasse proportional ist, so muss bei einer stets zunehmenden Entfernung die Tangentialkraft in einem grössern Verhältnisse abnehmen, als die Centripetalkraft. Zur schnelleren Abnahme der Tangentialkraft muss ferner auch noch der Umstand nicht wenig beitragen, dass mit zunehmender Entfernung von der Erde der Kreis, welchen der umlaufende Körper um die Erde zu beschreiben hat, immer grösser wird; dass demnach die zu beschreibenden Bogen sich immer mehr der geraden Linie nähern, also auch verhältnissmässig von der krummen Linie des Erdumkreises sich weiter entfernen und somit selbst von der Richtung der Rotation immer mehr abweichen *).

*) Dass die Erde im Stande sei, durch die vereinigten Wirkungen der Attraction und Rotation, d. h. durch Circumtraction, einem frei schwebenden Körper eine Kreisbewegung und Tangentialkraft mitzutheilen, und dass diese Tangentialkraft mit der Entfernung von der Erde in einem grösseren Verhältnisse zu- und abnehme, als die Centripetalkraft, dafür spricht besonders noch folgende Thatsache. *Euler, Clairaut*

Da nun bei weiter fortschreitender Entfernung von der Erde die Tangentialkraft in einem grösseren Verhältnisse abnimmt, als die Centripetalkraft, so muss es sofort zu einer Distanz kommen, wo beide Kräfte einander gleich

---

und *d'Alembert*, welche zuerst und beinahe zu gleicher Zeit die Wechselwirkung und die Bewegungen der drei Körper, der Sonne, der Erde und des Mondes untersuchten, fanden übereinstimmend durch die Theorie der Schwere die Bewegung der Erdnähe des Mondes um die Hälfte kleiner, als nach den Beobachtungen. *Clairaut* schloss daraus, dass das Gesetz der Attraction nicht so einfach sei, als man bisher geglaubt habe, und dass es aus zwei Theilen zusammengesezt sei, deren erster dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportionirt, und in grossen Entfernungen der Planeten von der Sonne allein merklich sei; der zweite Theil aber bei abnehmender Entfernung in einem grössern Verhältnisse wachse, und in der Entfernung des Monds von der Erde merklich werde. (S. *Laplace's* a. W. Thl. II. S. 67 u. 68.)

Clairaut hatte freilich von dem wahren Verhältnisse der Wechselwirkung der Weltkörper keinen vollkommen richtigen Begriff, da er nicht wusste, dass die Erde oder die Sonne im Stande sei, durch die vereinigten Wirkungen ihrer Attraction und Rotation einem andern, in einer gewissen Entfernung von ihr frei schwebenden Körper eine Kreisbewegung und Tangentialkraft mitzutheilen. Er konnte daher die obenerwähnte Erscheinung nicht richtig erklären, und kam auf die irrige Idee, dass das Gesetz der Attraction nicht einfach, sondern aus zwei Theilen zusammengesezt sei, wovon er später selbst wieder abging. *Clairaut* hätte unterscheiden müssen zwischen der Attraction der gesammten Masse der Erde oder der Sonne u. s. w. einer Seits, und der Attraction oder Circumtraction eines einzelnen zugewendeten nächsten Theiles derselben anderer Seits; denn die Wirkung der ersten, worauf die Centripetalkraft beruht, steht in einem umgekehrten Verhältnisse mit dem Quadrat der Entfernung, während die Wirkung der zweiten, worauf die Tangentialkraft beruht, in einem grösseren Verhältnisse, wahrscheinlich mit dem Würfel der Entfernung ab- und zunimmt.

sind, so dass ein daselbst befindlicher Körper sich nicht mehr weiter von der Erde entfernen könnte, sondern stets in dieser Entfernung bleiben und dabei in einer kreisförmigen Bahn um die Erde herumlaufen müsste. In einer noch grössern Entfernung von der Erde würde die Tangentialkraft noch geringer, die Centripetalkraft dagegen, wenn gleich auch absolut schwächer, doch relativ stärker erscheinen, so dass ein daselbst befindlicher Körper nicht in einer so grossen Entfernung bleiben könnte, sondern während seines langsamen Umlaufes sich allmählich der Erde mehr nähern müsste, bis seine Kreisbewegung und Tangentialkraft so gross würde, dass sie im Stande wäre der Centripetalkraft das Gleichgewicht zu halten. — Aus dem Ganzen erhellet also, dass das Verhältniss, in welchem die Centripetal- und die Tangentialkraft zu einander stehen, in verschiedenen Distanzen von der Erde verschiedentlich modifizirt erscheint.

Wenn man den Bogen, welchen ein frei schwebender Körper vermöge und gemäss der Rotation in einer gegebenen Zeit um den Mittelpunct der Erde beschreibt, als Ausdruck und Maass seiner Tangentialkraft betrachtet und nun untersucht, wie die Grösse dieses Bogens sich bei verschiedenen Entfernungen des Körpers von der Erde verhält, so findet man, dass dieser Bogen, von der Oberfläche der Erde angefangen, mit zunehmender Entfernung stets wächst, bis zu einer gewissen Distanz von der Erde, wo er sein Maximum erreicht, und dass er von da an mit weiter fortschreitender Entfernung wieder anfängt abzunehmen und demnach immer kleiner wird, bis er endlich in einer grössern Distanz von der Erde sein Minimum erreicht. In einer noch grössern Entfernung muss endlich alle Kreisbewegung und Tangentialkraft gänzlich aufhören, da hingegen die Centripetalkraft sich noch bedeutend weiter erstreckt. Es gibt also, wie aus Obigem erhellet, eine gewisse mittlere Entfernung von der Erde, wo das Gesetz statt findet, dass die Schnelligkeit der

Kreisbewegung und die Tangentialkraft eines daselbst im Kreislaufe befindlichen Körpers zu- oder abnehmen muss, je nachdem die Entfernung von der Erde ab- oder zunimmt. Da nun umgekehrt auch die Entfernung von der Erde zu- oder abnehmen muss, je nachdem die Schnelligkeit der Kreisbewegung und die Tangentialkraft zu- oder abnimmt, so erhellet hieraus, dass ein solcher im Kreislaufe begriffener Körper sich nicht stets fortschreitend der Erde immer mehr nähern oder von derselben immer mehr entfernen könne, sondern dass sowohl seine Annäherung als auch seine Entfernung endlich beschränkt werden müsse, und dass also ein solcher Körper nur in einem gewissen mehr oder weniger grossen Spielraume sich bewegen, und zwischen einer grössten und kleinsten Distanz Schwingungen machen könne.

Da die Tangential- und Centrifugalkraft unter dem Aequator am stärksten ist und von da gegen die Pole hin immer mehr abnimmt (§. 9.), so muss auch die Distanz, bis zu welcher dieselbe sich in die Ferne erstreckt, in der Ebene des Aequators am grössten sein, und von da an gegen die Pole hin immer mehr abnehmen, wie die Grösse der Parallelkreise abnimmt; so dass die Wirkungssphäre der Tangential- und Centrifugalkraft, gemäss ihrer äussern Begrenzung, eine beinahe linsenförmige Gestalt zeigt, d. h. ein elliptisches Sphäroid bildet. — Demnach müsste ein Körper, welcher fortwährend in der Ebene des Aequators sich bewegte, in einer grössern Entfernung, d. h. mit einem grössern Radius um die Erde laufen, mithin auch einen grössern Kreis beschreiben, als wenn derselbe in einem von dem Aequator entfernten Breitegrade mit der Ebene desselben parallel liefe, und der Kreis, welchen ein solcher Körper um die Erde beschriebe, oder der Halbmesser desselben müsste desto kleiner ausfallen, je weiter seine Bahn von der Ebene des Aequators entfernt wäre, d. h. je grösser die Anzahl der zwischen denselben befindlichen Breitengrade wäre.

§. 11.

Richtung der Tangential- und Centrifugalkraft an verschiedenen Stellen auf und über der Erdoberfläche.

Die Tangential- und Centrifugalkraft hat nicht an allen Puncten der Erdoberfläche eine gleiche Richtung, sondern diese ist an verschiedenen Stellen sehr verschieden. Wenn die Erde eine walzenförmige Gestalt hätte, so dass der Umfang derselben überall gleich gross wäre, so stünde die Richtung der Tangential- und Centrifugalkraft in allen Puncten der Oberfläche senkrecht auf der Umdrehungsaxe, so dass diese Richtungen in verschiedenen Parallelkreisen alle mit einander parallel liefen; da aber die Erde elliptisch kugelförmig gestaltet ist, so kann auch die Richtung der Tangential- und Centrifugalkraft nicht an allen Puncten ihrer Oberfläche senkrecht auf der Umdrehungsaxe stehen.

Nur unter dem Aequator steht sie senkrecht auf der Umdrehungsaxe der Erde, so dass sie mit der Ebene des Aequators genau zusammenfällt; unter allen Graden der nördlichen und südlichen Breite aber neigt sie sich gegen die Ebene des Aequators, so dass alle Körper, welche durch die Rotation der Erde eine Tangential- und Centripetalkraft bekommen, zugleich auch eine Tendenz nach der Ebene des Aequators erhalten. Diese eigenthümliche Tendenz gegen den Aequator kömmt daher, weil unter dem Aequator die Masse des Planeten am meisten angehäuft ist und am weitesten über die Umdrehungsaxe hervorragt und daher alle Körper, welche vermöge der durch die Rotation ihnen mitgetheilte Tangential- und Centrifugalkraft sich eigentlich in perpendiculärer Richtung von der Umdrehungsaxe zu entfernen streben, gegen sich heranzieht und sie also von ihrer ursprünglichen perpendiculären Richtung ablenkt. Dieses ist auch die Ursache, warum die Erde nicht genau kugelförmig, sondern elliptisch gestaltet, und die Masse derselben vorzüglich unter dem Aequator angehäuft ist, so dass der Aequa-

torialdurchmesser der Erde den Polardurchmesser beträchtlich übertrifft. Daher kömmt es, dass das Wasser des Weltmeeres beständig von Norden und Süden gegen den Aequator hinströmt; denn gleichwie das Wasser auf einem Teller oder einem andern ähnlichen Gefässe bei der Umdrehung desselben, gemäss der Tangentialkraft, sich von dem Mittelpunete der Bewegung entfernt und gegen den Rand des Gefässes fliesst, weil daselbst der Umkreis und die Schnelligkeit der Kreisbewegung am grössten ist, so muss auch auf der Erde, in Folge der Rotation derselben, das Wasser sich von der Umdrehungsaxe, d. h. dem Mittelpunete der Bewegung entfernen, also von Norden und Süden gegen den Aequator strömen, weil da der Umkreis und die Schnelligkeit der Kreisbewegung am grössten ist. Daher kömmt es auch, dass die von einer beträchtlichen Höhe frei fallenden Körper nicht nur gegen Osten, sondern auch etwas gegen den Aequator hin von dem Lothpunete abweichen; so betrug z. B. bei den Fallversuchen, welche in Freiberg angestellt wurden, bei einer Fallhöhe von 488 Fuss, die östliche Abweichung 12,6 Linie und die (nach dem Aequator gerichtete) südliche Abweichung 1,8 Linie. — Wenn solche Fallversuche auf der südlichen Hemisphäre der Erde angestellt würden, so würde man nebst der östlichen Abweichung auch eine gegen den Aequator gerichtete, d. h. eine nördliche Abweichung von dem Lothpunete finden.

Diese Tendenz nach dem Aequator würde noch viel stärker erscheinen, wenn die Tangential- und Centrifugalkraft auf der Erde viel stärker wäre, d. h. wenn z. B. der Umkreis der Erde viel grösser wäre und wenn die Rotation derselben schneller von Statten ginge.

§. 12.

Die Tangential- und Centrifugalkraft auf andern Weltkörpern.

Eine solche Tangential- und Centrifugalkraft muss, gleichwie hier auf der Erde, so auch bei den übrigen

rotirenden Weltkörpern statt finden, und zwar entweder stärker oder schwächer sein, je nachdem die Kreisbewegung ihrer Oberfläche schneller oder langsamer erfolgt. Sie muss also desto grösser sein: 1) je grösser der Umkreis eines Weltkörpers ist, und 2) je schneller seine Rotation von Statten geht. — Dass eine solche Tangential- und Centrifugalkraft, wie auch die erwähnte Tendenz nach der Ebene des Aequators, bei allen rotirenden Weltkörpern, z. B. bei der Sonne und den Planeten statt finde, lässt sich der Analogie nach als gewiss annehmen. Dieses erhellet auch aus der Gestaltung jener Weltkörper, indem bei ihnen der Aequatorialdurchmesser an Grösse den Polardurchmesser desto mehr übertrifft: 1) je grösser der Umfang des Weltkörpers ist, und 2) je schneller er sich um seine Axe dreht; so z. B. beträgt die Differenz zwischen den beiden Durchmessern bei der Erde nur drei deutsche Meilen, während sie bei dem Jupiter gegen 800 d. Meilen ausmacht. Diese Tangential- und Centrifugalkraft muss demnach bei der Sonne ausserordentlich gross sein, indem dieser Körper bei einem Umkreis von 611,000 d. Meilen sich in 25 Tagen und 12 Stunden um seine Axe dreht. — Die Schwung- und Centrifugalkraft, welche, wie wir bisher gesehen haben, durch die schnelle Rotation der Weltkörper entsteht, ist auch eigentlich diejenige Kraft, welche in Verbindung mit der Centripetalkraft die Weltkörper in kreisförmigen Bahnen fortbewegt. Diese Triebkraft wird von der Sonne zunächst den Planeten und von diesen ebenso ihren Trabanten mitgetheilt. Die Art und Weise, wie dieses geschieht, soll nun noch ausführlicher erörtert werden.

§. 13.

Die Umlaufsbewegung der Planeten.

Die Umlaufsbewegung der Planeten begann gleich bei der Entstehung derselben. Da die Sonne sich schnell

um ihre Axe drehte, so mussten auch die grossen Massen, welche von ihr losgesprengt und in eine angemessene Entfernung weggeschleudert wurden, wie z. B. die Planeten, in der Richtung der Rotation der Sonne fortfahren und mithin um die Sonne herumlaufen. Dieses aber war und ist nicht die einzige Ursache des Umlaufes der Planeten, sondern es gibt noch eine andere, beständig fortwirkende Ursache, welche an und für sich schon hinreichend ist, den Umlauf derselben fortwährend zu unterhalten, und diese ist eben die Tangential- und Centrifugalkraft, welche von der Sonne aus den Planeten unaufhörlich mitgetheilt, in jedem Momente gleichsam erneuert und dadurch in einer hinreichenden Stärke beständig erhalten wird.

Die Sonne ist gemäss der ungeheuren Grösse ihrer Masse im Stande, alle Glieder ihres ganzen Systems zu beherrschen und zu bewegen, indem sie an Umfang jeden andern Weltkörper weit übersteigt, unsere Erde z. B. beinahe 1,400,000 Mal und alle Planeten und Monde unseres ganzen Planetensystems zusammengenommen ungefähr 782 Mal übertrifft.

Vermöge der gewaltigen Anziehung, welche fortwährend zwischen der Sonne und den Planeten statt findet, streben diese beständig mit grosser Kraft sich ihrem Centralkörper, d. h. der Sonne zu nähern und würden wirklich zu ihr hinfahren, wenn sie still stünde; da diese ungeheure Kugel sich aber mit einer grossen Schnelligkeit um ihre Axe dreht, so müssen die Planeten auch an dieser gewaltigen Bewegung Theil nehmen, indem ein jeder vorzüglich von dem ihm zugewendeten nächsten Theile der Sonne stark angezogen, überwältigt und demgemäss in der Richtung der Rotation mit fortgezogen und gleichsam herumgeschleudert wird. Da die Masse der Sonne so ausserordentlich gross ist, so kann nicht nur eine Hemisphäre, sondern selbst schon ein kleines Segment davon hinreichen, jeden einzelnen ihm gegen-

über stehenden Planeten zu beherrschen. Da nun die Planeten von den ihnen zugewendeten Theilen der rotirenden Sonne fortwährend bewegt werden, so bekommen sie mit der Bewegung zugleich auch eine angemessene Schwungkraft, streben demnach auch in gerader Linie fortzufahren (§. 8.) und sie würden sich wirklich von der Sonne weiter entfernen, wenn sie nicht beständig durch die ungeheure Anziehung, welche fortwährend zwischen ihnen und der ganzen Masse der Sonne obwaltet, zurückgehalten würden. Da also eine Tangential- und Centrifugalkraft, wie auch eine Centripetalkraft gleichzeitig mit einander auf die Planeten einwirken, so müssen sie nach den Gesetzen der krummlinigen Bewegung eine kreisförmige Bahn um die Sonne beschreiben, und zwar in einer Entfernung von derselben und mit einer Geschwindigkeit, welche den verschiedenen Verhältnissen der Stärke, worin jene Kräfte mit und gegen einander wirken, angemessen sind. — Geschähe die Umdrehung der Sonne mit einer grössern Schnelligkeit, so würden dadurch die Planeten schneller bewegt, würden somit eine grössere Tangential- und Centrifugalkraft bekommen, und demnach auch sich weiter von der Sonne entfernen. Wenn im Gegentheil die Umdrehung der Sonne mit einer geringeren Schnelligkeit geschähe, so würden die Planeten langsamer bewegt, sie bekämen also eine geringere Tangential- und Centrifugalkraft, müssten demnach auch der Centripetalkraft mehr folgen und demgemäss sich der Sonne mehr nähern.

Die Planeten laufen in ihrer Bahn um die Sonne nicht alle mit gleicher Geschwindigkeit, weil die Grösse ihrer Masse und ihrer Entfernung von der Sonne, wie auch die Neigung ihrer Bahnen gegen die Ebene des Sonnenäquators, sehr verschieden ist. Ein Planet muss in seiner Bahn desto schneller fortrücken, je mehr er von dem ihm zugewendeten Theile der Sonne beherrscht und in der Richtung ihrer Rotation fortgezogen wird; und

dieses geschieht in einem desto bedeutenderen Grade: 1) je kleiner seine Entfernung von der Sonne, 2) je kleiner seine Masse, und 3) je kleiner der Winkel ist, unter welchem er die Ebene des Sonnenäquators durchschneidet, d. h. je weniger seine Bahn von dieser Ebene abweicht. Daher kömmt es auch, dass diejenigen Planeten, deren Entfernung von der Sonne, und deren Masse kleiner ist, ihre Bahn verhältnissmässig schneller durchlaufen, als diejenigen, welche von der Sonne weiter entfernt und an Masse grösser sind. Daher kömmt es auch, dass alle Planeten während der Sonnennähe in gleichen Zeiten grössere Bogen beschreiben, als in der Sonnenferne. — Für die Annahme, dass die Planeten auf die eben beschriebene Weise von der Sonne bewegt werden, spricht besonders noch die Erscheinung, dass die Monde ebenso laufen, als wenn sie von ihren respectiven Centralkörpern, d. h. von den Planeten in Bewegung gesezt würden; dass nämlich die Monde ihre Bahnen verhältnissmässig desto schneller durchlaufen: 1) je grösser der respective Centralkörper ist, 2) je schneller er sich um seine Axe dreht, 3) je kleiner die Masse des Mondes, und 4) je kleiner seine Entfernung von dem respectiven Centralkörper ist, wie in der Folge noch gezeigt werden wird. Auch spricht für obige Annahme selbst die Art und Weise, wie der Umlauf der Planeten erfolgt, welcher nun näher betrachtet und erklärt werden soll.

§. 14.

Uebergang der Planeten von einer Hemisphäre der Sonne zur andern.

Wie bekannt, laufen die Planeten nicht beständig in der Ebene des Sonnenäquators, auch nicht mit ihr parallel, sondern durchschneiden dieselbe unter verschiedenen grössern und kleinern Winkeln. Jeder Planet muss also abwechselnd von einer Sonnenhälfte zur andern übergehen, und dabei sich von der Ebene des Sonnen-

äquators desto weiter entfernen: 1) je grösser der Winkel, unter welchem er die Ebene des Sonnenäquators durchschneidet, und 2) je grösser der Halbmesser seiner Bahn ist.

Es fragt sich nun: woher kömmt es, dass die Planeten beständig abwechselnd von einer Sonnenhälfte zur andern übergehen? — Diese Frage ist leicht zu beantworten, wenn man die früher bereits angegebenen Gesetze der Tangential- und Centrifugalkraft und die verschiedene Schnelligkeit der Bewegung in verschiedenen Puncten der Sonnenoberfläche wohl berücksichtigt. Wie vorher schon (§. 11. u. 12.) gezeigt wurde, hat die Tangential- und Centrifugalkraft auf der Erde und ebenso auch auf der Sonne an verschiedenen Puncten der Oberfläche eine verschiedene Richtung; sie steht nämlich nur unter dem Aequator senkrecht auf der Umdrehungsaxe, so dass sie mit der Ebene des Aequators zusammenfällt; in allen Graden der nördlichen und südlichen Breite aber neigt sie sich zur Ebene des Aequators, so dass alle Körper, welche durch die Rotation der Erde oder der Sonne eine Tangential- und Centrifugalkraft erhalten, zugleich auch eine bestimmte Tendenz nach der Ebene des Aequators bekommen. — Die Richtung der Tangential- und Centrifugalkraft der Planeten kann in verschiedenen Graden der nördlichen und südlichen Breite nicht genau senkrecht auf der Umdrehungsaxe der Sonne stehen, sondern muss sich nach der Ebene ihres Aequators hinneigen, weil der auf der Umdrehungsaxe senkrechte Durchmesser der Sonne von den Polen ab gegen den Aequator hin an Grösse immer zunimmt, so dass in der Ebene des Aequators die Masse der Sonne am meisten angehäuft ist, sich also auch am weitesten über die Umdrehungsaxe erhebt und mithin den Bahnen der Planeten am meisten nähert. Daher werden die Planeten nach der Seite gegen den Aequator hin von der Sonne stärker angezogen, als nach der Seite gegen die Pole, sie bekommen somit ein

Streben gegen die Ebene des Sonnenäquators hinzufahren, müssen folglich auch während ihres Umlaufes um die Sonne die verschiedenen Grade ihrer nördlichen oder südlichen Breite durchlaufen und gegen die Ebene des Sonnenäquators hinfahren, und zwar langsamer oder schneller, je nachdem sie von der Sonne langsamer oder schneller herumgeschleudert werden, d. h. je nachdem die ihnen von der Sonne aus mitgetheilte Tangential- und Centrifugalkraft schwächer oder stärker ist. Diese Tendenz nach der Ebene des Sonnenäquators würde viel bedeutender erscheinen, wenn die Planeten leichter und schneller von der Sonne herumgeschleudert werden könnten, wenn z. B. die Rotation der Sonne schneller von Statten ginge, oder wenn die Masse der Planeten und ihre Entfernung von der Sonne geringer wäre.

Indem also die Planeten um die Sonne laufen, erleiden sie beständig die Einwirkung von mehreren Kräften, deren Richtungen mehr oder weniger von einander abweichen, und welche dadurch, dass sie gleichzeitig mit und gegen einander wirken, die Bewegung und Richtung der Planeten fortwährend modifiziren. Es wirken nämlich ausser der Centripetalkraft, welche die Planeten beständig gegen den Mittelpunct der Sonne hinzutreiben strebt, auch eine Tangential- und Centrifugalkraft, welche die Planeten beständig in der Richtung der Rotation der Sonne, d. h. parallel mit der Ebene des Sonnenäquators fortzutreiben und zugleich von der Sonne selbst zu entfernen strebt, und ferner die vorwaltende Anziehung von Seiten der Aequatorialgegend der Sonne, welche die Planeten beständig gegen die Ebene des Sonnenäquators fortzubewegen strebt. Da nun die Planeten jeder dieser verschiedenen Kräfte und Richtungen nicht ganz, sondern nur theilweise folgen können, so müssen sie die Diagonale derselben und demnach um den Mittelpunct der Sonne einen Bogen beschreiben, und, indem sie in der Richtung der Rotation der Sonne fortlaufen,

zugleich unter einem mehr oder weniger spitzen Winkel gegen die Ebene des Sonnenäquators hinfahren. — Wenn die Planeten auf solche Weise gegen die Ebene des Sonnenäquators hinfahren, so werden sie auf dem ganzen Wege dahin nicht stets mit gleichgrosser Kraft bewegt, sondern nach und nach immer stärker, je mehr sie sich der Ebene des Sonnenäquators nähern; weil die Tangentialkraft derjenigen Sonnentheile, in deren Gewalt sie sofort nach und nach übergehen, wie auch diejenige Kraft, welche dieselben fortwährend gegen den Aequator hinzutreiben strebt, selbst bis zur Ebene dieses Kreises stets zunimmt. Da also die Planeten auf dem ganzen Wege bis zur Ebene des Sonnenäquators immer stärker von der Sonne bewegt werden, so wächst ihre eigenthümliche Schwungkraft dermassen, dass dieselben nicht nur bis zur Ebene des Sonnenäquators hineilen, sondern auch selbst dann, wenn sie dieselbe wirklich erreicht haben, gemäss des Ueberschusses von Schwungkraft, welchen sie bis dahin gewonnen haben, in der bisherigen schiefen Richtung noch längere Zeit fortfahren, und demnach über die andere Hemisphäre der Sonne weiter fortlaufen, so dass sie sich nach und nach wieder von der Ebene des Sonnenäquators entfernen und in entferntere Breitegrade übergehen. — Da aber die Planeten während der Zeit, wo sie sich wieder von der Ebene des Sonnenäquators entfernen, ebenfalls die beiden oben erwähnten Einwirkungen der Sonne erleiden (wovon die eine sie beständig in der Richtung der Rotation, d. h. parallel mit der Ebene des Sonnenäquators fortzubewegen, und die andere sie beständig gegen diese Ebene selbst hinzutreiben strebt), so muss diejenige Tendenz der Schwungkraft, vermöge welcher die Planeten die Ebene des Sonnenäquators durchschnitten haben und weiter in entferntere Breitegrade fortzufahren streben, nach und nach wieder abnehmen. In dem Maase nun, als diese Tendenz wieder abnimmt, gewinnen die eben erwähnten beiden Einwirkungen

der Sonne mehr Einfluss, so dass sie die Richtung des Planetenlaufes nach und nach mehr modifiziren und endlich ganz umändern. Die Planeten werden also durch diese beiden Einwirkungen der Sonne von der schiefen Richtung, welche sie (gemäss der eigenthümlichen Tendenz ihrer Schwungkraft) bisher befolgten, nach und nach mehr abgelenkt, sodann in der Gegend des Wendepunets einige Zeit parallel mit der Ebene des Sonnenäquators, also genau in der Richtung der Rotation der Sonne fortbewegt, und dann wieder nach und nach in einer schiefen Richtung gegen die Ebene des Sonnenäquators hingetrieben, und sie müssen von da ihren Lauf wiederum fortsetzen, und zwar auf die nämliche Weise und aus der nämlichen Ursache, wie solches schon vorher geschehen war und eben beschrieben worden ist. Die Planeten müssen also während ihres Umlaufes um die Sonne abwechselnd von einer Hemisphäre zur andern übergehen, somit ein Mal in nördlicher, das andere Mal in südlicher Richtung fortlaufen, folglich bald mehr bald weniger von der Richtung der Rotation der Sonne abweichen.

§. 15.

Elliptische Gestalt der Planetenbahnen.

Während die Planeten ihre Bahnen durchlaufen, bleiben sie nicht stets gleichweit von der Sonne entfernt, sondern ihre Entfernung wird regelmässig abwechselnd grösser und kleiner. Wenn die Planeten in ihrer mittleren Entfernung von der Sonne und in der Ebene des Sonnenäquators allmählig entstanden, und daselbst gemäss der Rotation der Sonne nach und nach fortbewegt worden wären, so hätten sie eine vollkommen kreisrunde Bahn um die Sonne beschreiben können. Allein da dieses nicht der Fall war, und da es im Gegentheil wahrscheinlich ist, dass die Planeten von der Sonne losgesprengt und mit einer grossen Kraft fortgeschleudert worden sind, so konnte die Bahn

nicht vollkommen kreisrund, sondern nur elliptisch sein*). Diese Art der Entstehung ist aber nicht der einzige Grund der elliptischen Gestalt der Planetenbahnen, sondern es gibt noch eine andere Ursache, welche an und für sich allein schon hinreichend wäre, eine elliptische Gestalt hervorzubringen, und diese Ursache besteht in dem Verhältniss der Planetenbahnen zu der Ebene des Sonnenäquators. Wenn die Planeten immer in der Ebene des Sonnenäquators blieben, so würden sie von der Sonne stets gleichmässig bewegt, müssten daher eine stets gleichförmige Tangential- und Centrifugalkraft bekommen, und demnach auch immer gleichweit von der Sonne entfernt bleiben. Da aber die Planeten die Ebene des Sonnenäquators unter verschiedenen Winkeln durchschneiden und periodisch abwechselnd zu jener Ebene hin- und wieder davon wegfahren, und also mehrere Grade der nördlichen und südlichen Breite durchlaufen, so werden sie auch nicht immer gleichförmig, sondern in dem einen Theile ihrer Bahn schneller, in dem andern dagegen langsamer von der Sonne bewegt. Daher kömmt es, dass ihre Tangential- und Centrifugalkraft, und mithin auch ihre Bahngeschwindigkeit und ihre Entfernung von der Sonne periodisch abwechselnd zu- und abnehmen muss. Wenn nämlich die Planeten gegen die Ebene des Sonnenäquators hinfahren, so werden sie von der Sonne nach und nach immer stärker bewegt, je mehr sie sich der Ebene des Sonnenäquators nähern, weil die Schnelligkeit und die Tangentialkraft derjenigen Sonnentheile, in deren Wirkungskreis sie nach und nach übergehen, bis zu

*) Die Bahnen hätten freilich auch parabolisch oder hyperbolisch werden können, wenn nämlich die Planeten mit einer weit grösseren Kraft und Schnelligkeit von der Sonne fortgeschleudert worden wären; dann aber hätten dieselben sich immer weiter von der Sonne entfernen müssen und demnach keine in sich zurückkehrende geschlossene Bahn beschreiben können.

dem Aequator hin stets zunimmt, wie die Grösse des Umkreises der Sonne. Demnach müssen die Planeten auf diesem Wege sich von der Sonne immer weiter entfernen, in dem Maase, wie ihre Schwung- und Centrifugalkraft wächst, und sie müssen sogar dann, wenn sie die Ebene des Sonnenäquators bereits erreicht haben, (vermöge des bis dahin gewonnenen Ueberschusses an Schwung- und Centrifugalkraft) in der nämlichen Richtung noch einige Zeit fortfahren, also die Ebene des Sonnenäquators durchschneiden, über die andere Hemisphäre weiter fortrücken, und dabei fortwährend sich von der Sonne selbst noch mehr entfernen, bis sie endlich ihre grösste Entfernung von der Sonne *(aphelium)* und ihren Wendepunct erreichen. Das Aphelium kann also nicht in der Ebene des Sonnenäquators, sondern in einiger Entfernung davon statt finden, so dass es hiermit eine ähnliche Bewandtniss hat, wie mit der Temperatur auf der Erde, indem der höchste Grad der Wärme nicht genau in der Mitte des Sommers, auch nicht genau um Mittag, sondern immer einige Zeit darnach statt findet.

Indem also die Planeten (vermöge des vorher gewonnenen Ueberschusses von Schwungkraft) in der bisherigen Richtung fortfahren, entfernen sie sich von der Sonne bis zu einer grösseren Distanz, d. h. weiter, als die ihnen angemessene constante Tangential- und Centrifugalkraft sich erstreckt (§. 10.), gerathen demnach in eine Sphäre, wo die Centripetalkraft vorherrscht. Da nun die Tangential- und Centrifugalkraft mit fortschreitender Entfernung von der Sonne in einem grösseren Verhältnisse abnimmt, als die Centripetalkraft (§. 10.), so muss diese nach und nach relativ stärker und endlich ganz überwiegend, und so auch die Bewegung der Planeten und ihre Entfernung von der Sonne immer langsamer werden, bis sie endlich ihre Sonnenferne und ihren Wendepunct erreichen. Wenn der früher gewonnene Ueberschuss von Tangential- und Centrifugalkraft soweit erschöpft ist, so

fängt die Centripetalkraft an, noch mehr Einfluss zu gewinnen und mit mehr Erfolg zu wirken, und dann müssen die Planeten nicht nur mit ihrer Entfernung von der Sonne nachlassen, sondern auch anfangen zu derselben wieder zurückzukehren, und sie müssen sofort, indem sie die zweite Hälfte ihrer Bahn durchlaufen, sich der Sonne wieder nähern, und zwar desto mehr und desto schneller, je mehr die Centripetalkraft vorherrscht, d. h. je mehr sie die Tangential- und Centrifugalkraft überwiegt. Da nun bei einer fortgesezten Annäherung gegen die Sonne, d. h. bei einem anhaltenden Fallen der Planeten ihre Centripetalkraft durch das Beharrungsvermögen eben so begünstigt wird, wie vorher, in der ersten Hälfte der Bahn bei der fortgesezten stärkeren Bewegung der Planeten und ihrer Entfernung von der Sonne, die Tangential- nnd Centrifugalkraft durch das Beharrungsvermögen gesteigert wurde, so müssen die Planeten von dem Wendepuncte in der Sonnenferne an, während der ganzen zweiten Hälfte ihres Laufes, sich der Sonne beständig nähern, selbst indem sie gegen die Ebene des Aequators zurückkehren, und müssen auch dann, wenn sie diese Ebene durchschnitten haben und über diejenige Sonnenhälfte, wo sie ihren Lauf begonnen hatten, zurückgekommen sind, in der bisherigen Richtung und in der Annäherung zur Sonne noch längere Zeit fortfahren. Indem also die Planeten (vermöge des bisher gewonnenen Ueberschusses an Centripetalkraft) in der bisherigen Richtung noch fortfahren, nähern sie sich der Sonne bis zu einer kleineren Distanz, als sie eigentlich gemäss der constanten Centripetalkraft thun könnten, d. h. sie gerathen in eine Sphäre, wo die Tangential- und Centrifugalkraft constant vorherrscht (§. 10.). Da nun, bei fortgesezter Annäherung gegen die Sonne, die Tangential- und Centrifugalkraft in einem grösseren Verhältnisse zunimmt als die Centripetalkraft, so muss sie nach und nach relativ stärker und endlich ganz überwiegend werden, und demnach muss auch die Bahn-

geschwindigkeit der Planeten immer grösser und ihre Annäherung zur Sonne immer geringer werden, bis dieselben endlich ihre Sonnennähe *(perihelium)* und ihren Wendepunct erreichen. Nachdem der früher gewonnene Ueberschuss von Centripetalkraft soweit erschöpft worden ist, so fängt die Tangential- und Centrifugalkraft an, noch mehr Einfluss zu gewinnen und mit mehr Erfolg zu wirken, und dann müssen die Planeten nicht nur aufhören sich der Sonne zu nähern, sondern auch wieder anfangen sich von derselben zu entfernen, und sie müssen sofort den ganzen Umlauf wiederholen und zwar auf die nämliche Weise und aus der nämlichen Ursache, wie es vorher geschehen und eben beschrieben worden ist.

Wenn wir z. B. den Lauf der Erde betrachten, so finden wir, dass die Erde von dem Winterwendepunct *(solstitium hyemale seu brumale)* an gegen die Ebene des Sonnenäquators hinfährt, dabei sich von der Sonne selbst immer mehr entfernt und immer kleinere Bogen um dieselbe beschreibt, dass sie am 9. Juni die Ebene des Sonnenäquators durchschneidet, und sofort in der bisherigen schiefen Richtung über die andere Sonnenhemisphäre fortfährt, bis sie endlich gegen den 21. bis 22. Juni die grösste Entfernung von der Sonne *(aphelium)* und den Sommerwendepunct *(solstitium aestivum)* erreicht, wo sie am langsamsten in ihrer Bahn fortrückt. Wir finden ferner, dass die Erde an diesem Puncte anfängt umzuwenden, wieder gegen die Ebene des Sonnenäquators hinfährt, dabei sich der Sonne selbst immer mehr nähert und in der Bahn immer schneller fortläuft, am 10. Dezember die Ebene des Sonnenäquators wieder durchschneidet, dann über diejenige Sonnenhemisphäre, wo sie ihren Lauf begonnen hatte, zurückkehrt und sofort in der bisherigen schiefen Richtung fortfährt, und dabei sich der Sonne selbst immer mehr nähert und immer schneller bewegt, bis sie endlich gegen den 21. bis 22. Dezember die Sonnennähe *(perihelium)* und den Winterwendepunct *(solstitium*

hyemale) wieder erreicht, wo ihre Bahngeschwindigkeit am grössten ist.

Die Sonne befindet sich also nicht in dem Mittelpuncte der Ellipse der Erdbahn, sondern in einem Brennpuncte derselben, so dass die Erde während ihres Umlaufes um die Sonne, einmal in die Sonnenferne und einmal in die Sonnennähe kömmt.

Da die Umdrehungsaxe der Erde gegen die Ebene der Bahn um $23\frac{1}{2}$ Grad geneigt ist, und diese Neigung während der ganzen Umlaufszeit der Erde stets beibehält, so muss einmal der Nordpol, das anderemal der Südpol gegen die Sonne gewendet werden, wodurch die verschiedenen Jahreszeiten in den verschiedenen Gegenden der Erde entstehen. Da die Erde sich nicht immer mit gleicher Geschwindigkeit, sondern in der Sonnennähe am schnellsten und in der Sonnenferne am langsamsten bewegt, so können auch die Jahreszeiten nicht von gleicher Dauer sein, und daher kömmt es, dass Frühling und Sommer zusammen ungefähr 186, Herbst und Winter hingegen nur 179 Tage dauern.

Gleichwie die Erde eine elliptische Bahn um die Sonne beschreibt, so müssen auch die übrigen Planeten elliptische Bahnen beschreiben, jedoch mit denjenigen Modificationen, welche von der Grösse ihrer Masse, ihrer Entfernung von der Sonne und des Winkels, unter welchem sie die Ebene des Sonnenäquators durchschneiden, abhängig sind und bei jedem Planeten anders erscheinen.

§. 16.

Differenz zwischen Sonnenferne und Sonnennähe bei verschiedenen Planeten.

Die Differenz zwischen der Sonnenferne und Sonnennähe ist nicht bei allen Planeten von gleicher Grösse, sondern bei dem einen grösser, bei dem andern kleiner, je nachdem die verschiedenen Momente, wovon dieselbe abhängt, mehr oder weniger dazu beitragen. Da die Ent-

fernung der Planeten von der Sonne von der Grösse ihrer Tangential- und Centrifugalkraft abhängt, so muss sie mit derselben zu- und abnehmen, und demnach muss die Differenz zwischen der Sonnenferne und Sonnennähe desto bedeutender erscheinen, je grösser der Unterschied zwischen dem höchsten und geringsten Grad der Tangential- und Centrifugalkraft ausfällt. Dieser Unterschied nun erscheint desto bedeutender: 1) je grösser der Winkel, unter welchem die Planetenbahn die Ebene des Sonnenäquators durchschneidet, 2) je grösser die Bahn oder die mittlere Entfernung des Planeten von der Sonne, und 3) je kleiner die Masse des Planeten ist. Dieses ist folgender Maasen zu erklären:

1) Je grösser der Winkel ist, unter welchem die Planetenbahn die Ebene des Sonnenäquators durchschneidet, desto grösser ist die Anzahl der Breitengrade, welche der Planet auf der nördlichen und südlichen Sonnenhemisphäre durchlaufen muss, desto grösser muss also auch die Differenz der Tangential- und Centrifugalkraft sein, welche dem Planeten von den verschiedenen Sonnentheilen, in deren Wirkungskreis er während seines Umlaufes successiv übergeht, mitgetheilt wird.

2) Je grösser die Bahn des Planeten ist, desto weiter sind die beiden Wendepuncte derselben von einander und von der Ebene des Sonnenäquators entfernt, und desto länger kann sowohl die Vermehrung wie auch die Verminderung der Tangential- und Centrifugalkraft fortgesezt werden; denn der Planet muss einer Seits, wenn er von dem Anfangspuncte seiner Bahn gegen die Ebene des Sonnenäquators hinläuft, eine desto grössere Strecke und folglich auch eine desto längere Zeit hindurch in einer und derselben Richtung von der Sonne fortbewegt werden, und somit auch einen desto grösseren Ueberschuss von Tangential- und Centrifugalkraft bekommen, anderer Seits muss er, wenn er durch seine grosse Entfernung von der Sonne den früher gewonnenen Ueberschuss von

Centrifugalkraft eingebüsst hat und nun in der zweiten Hälfte seiner Bahn sich der Sonne wieder nähert, ebenfalls eine desto grössere Strecke und längere Zeit hindurch in einer und derselben Richtung fortbewegt werden, und somit auch einen desto grösseren Ueberschuss an Centripetalkraft bekommen.

3) Je kleiner die Masse des Planeten ist, desto leichter kann er in seiner Bewegung beschleunigt und verzögert werden, desto mehr kann also auch seine Tangential- und Centrifugalkraft zu- und abnehmen; er kann nämlich einer Seits, wenn er von dem Anfangspuncte seiner Bahn gegen die Ebene des Sonnenäquators hingetrieben wird, desto leichter und schneller fortbewegt und folglich auch desto weiter von der Sonne weggeschleudert werden; kann aber auch anderer Seits durch die grosse Entfernung von der Sonne seine vorher gewonnene Tangential- und Centrifugalkraft in einem desto höheren Grade wieder einbüssen, und demnach in der zweiten Hälfte seiner Bahn der Centripetalkraft desto leichter, schneller und weiter folgen, und mithin auch sich der Sonne desto mehr nähern.

Bei sehr kleinen Planeten muss demnach caeteris paribus die Bewegung sehr ungleichförmig und die Bahn sehr elliptisch ausfallen; da hingegen bei solchen, deren Masse sehr gross ist, die Bewegung mehr gleichförmig und die Bahn weniger elliptisch, nämlich mehr kreisförmig erscheinen muss. Die drei verschiedenen Momente, welche so eben erörtert wurden, haben übrigens nicht bei jedem Planeten einen gleich grossen Einfluss auf die elliptische Gestaltung der Bahn, weil sie nicht immer in einem gleichen Verhältnisse vereinigt sind; so kann bald die Grösse der (mittleren) Entfernung von der Sonne, bald die Kleinheit der Masse des Planeten, bald die Grösse des Winkels, unter welchem die Planetenbahn die Ebene des Sonnenäquators durchschneidet, den bedeutendsten Einfluss ausüben und zur elliptischen Gestaltung der Bahn am meisten beitragen, je nachdem nämlich das erste,

oder das zweite, oder das dritte Moment verhältnissmässig am stärksten hervortritt. Wenn man diese drei Momente in ihren verschiedenen Combinationen bei den verschiedenen Planeten betrachtet und bei jedem einzelnen wohl erwägt, in wiefern dieses oder jenes Moment einen mehr oder weniger bedeutenden Einfluss auf den Lauf desselben ausüben könne, so lässt sich wohl erklären, warum die Differenz zwischen Sonnenferne und Sonnennähe bei verschiedenen Planeten so sehr verschieden ausfällt. So z. B. ist diese Differenz bei den drei äussersten Planeten, nämlich bei Uranus, Saturn und Jupiter ausserordentlich bedeutend, und zwar hauptsächlich desswegen, weil ihre Bahnen so ausserordentlich gross, und demnach ihre Wendepuncte so sehr weit von der Ebene des Sonnenäquators entfernt sind. Sie ist ferner bei denselben drei Planeten nicht gleich gross, sondern bei dem einen grösser, bei dem andern kleiner, je nachdem die Entfernung von der Sonne und die Grösse der Masse des Planeten für die elliptische Gestaltung der Bahn mehr oder weniger günstig ist. Obgleich der Unterschied zwischen der Sonnennähe und Sonnenferne bei Uranus, Saturn und Jupiter so ausserordentlich ist gross, so erscheinen ihre Bahnen doch weniger elliptisch, und zwar desswegen: 1) weil sie sich wegen der ungeheuren Grösse ihrer Masse und ihrer Entfernung von der Sonne, nicht so sehr nach der Ab- und Zunahme der Tangentialkraft der verschiedenen, successiv auf sie einwirkenden Sonnentheile richten können, sondern sich mehr gleichförmig fortbewegen, und 2) weil ihre Bahnen überhaupt so ausserordentlich gross sind, dass ihre Excentricität verhältnissmässig gering erscheinen muss. Die Differenz zwischen Sonnenferne und Sonnennähe ist auch bei der Pallas, Ceres, Juno und Vesta sehr bedeutend, weil ihre Entfernung von der Sonne sehr gross und ihre Masse sehr klein ist. Nebstdem findet man aber noch ein anderes, sehr wichtiges Moment, besonders bei der Pallas und Juno; indem der Winkel,

unter welchem sie die Ebene des Sonnenäquators durchschneiden, ausserordentlich gross und zwar viel grösser ist, als bei der Ceres und Vesta, wesswegen denn auch die Excentricität bei den ersten zwei Planeten viel grösser ist, als bei den lezteren. Uebrigens ist bei jedem einzelnen dieser Planeten die Grösse der Entfernung von der Sonne und die Grösse der Masse sehr wohl zu erwägen, um ihren Einfluss auf die elliptische Gestaltung der Bahn gehörig würdigen, und das Resultat derselben mit den astronomischen Beobachtungen in Uebereinstimmung bringen zu können. Bei den übrigen vier Planeten, nämlich bei dem Mars, der Erde, der Venus und dem Merkur, erscheint der Unterschied zwischen Sonnenferne und Sonnennähe viel geringer, weil bei ihnen die oben erörterten drei Momente in ihrer Combination für die elliptische Gestaltung der Bahnen weniger günstig sind. Jedoch sind die Bahnen derselben, besonders die von Mars und Merkur, bedeutend elliptisch, und zwar wegen Kleinheit ihrer Masse, indem sie sich leichter bewegen lassen und daher sich genauer nach der Ab- und Zunahme der ihnen von der Sonne mitgetheilten Tangential- und Centrifugalkraft richten können. (Man vergleiche die Excentricitäten der Planeten und die anderen hierher gehörigen Verhältnisse in der Tabelle Nr. I.)

§. 17.

Rotation der Planeten.

Es fragt sich nun: woher und wie kömmt es, dass die Planeten sich um ihre Axe drehen, und dass die Rotation bei dem einen Planeten schneller, bei dem andern langsamer erfolgt? — Die Rotation beruht eben darauf, dass die Planeten eine kreisförmige Bahn um die Sonne beschreiben. Während des Umlaufes um die Sonne bekommen nämlich nicht alle Theile eines Planeten eine gleich grosse Schwungkraft; sondern der eine Theil bekömmt eine stärkere, der andere eine geringere Schwung-

kraft, je nachdem die Bogen, welche dieser oder jener Theil in gleichen Zeiten um die Sonne beschreibt, kleiner oder grösser sind. Da nun der Theil des Planeten, welcher der Sonne zugewendet und am nächsten ist, den kleinsten Bogen beschreibt, jener Theil aber, welcher von der Sonne abgewendet und am weitesten entfernt ist, den grössten Bogen beschreibt, so muss dieser entfernteste Theil gemäss seiner grösseren Schnelligkeit auch eine grössere Schwungkraft bekommen, während der entgegengesezte nächste Theil gemäss seiner geringeren Schnelligkeit die geringste Schwungkraft bekömmt. Da nun dieser Unterschied der Schnelligkeit und Schwungkraft in den verschiedenen, einander diametral entgegengesezten Theilen des Planeten während des ganzen Umlaufes um die Sonne sich beständig erneuert, so muss dadurch der Planet um seine Axe gedreht werden, und zwar in der Art, dass der mit der grössten Schwungkraft begabte Theil in der Bahn weiter voraneilt, da hingegen derjenige Theil, welcher die geringste Schwungkraft besizt, mehr zurückbleibt. Die Umdrehung muss also in der nämlichen Richtung geschehen, in welcher die Planeten ihre Bahnen um die Sonne durchlaufen. Diese Umdrehung nun kann schneller oder langsamer erfolgen, je nachdem die Schnelligkeit und Schwungkraft des äussersten, von der Sonne am meisten entfernten Theiles, die des ihm diametral entgegengesezten, der Sonne zugewendeten Theiles mehr oder weniger übertrifft. Die Differenz zwischen der Schnelligkeit und Schwungkraft der verschiedenen, einander diametral entgegengesezten Theile muss desto grösser ausfallen: 1) je grösser der Durchmesser des Planeten ist, weil dann der Unterschied zwischen den von diesen Theilen in gleichen Zeiten beschriebenen Bögen desto grösser ausfällt; und 2) je grösser die Schnelligkeit ist, womit der Planet in seiner Bahn fortrückt. Die Umdrehung eines Planeten muss also desto schneller erfolgen, je mehr ihre beiden Causalmomente, nämlich die Grösse seines Durchmessers und die Schnelligkeit seines Kreislaufes, dabei concurriren.

Wie sehr die Schnelligkeit der Umdrehung von der Grösse des Durchmessers abhängt, erscheint besonders deutlich bei den grösseren Planeten. So sehen wir z. B. dass Jupiter, dessen Durchmesser 19,980 d. Meilen beträgt, sich schon in der kurzen Zeit von 9 Stunden 56 Minuten um seine Axe dreht, und dass Saturn bei einem Durchmesser von 16,290 d. Meilen zu seiner Umdrehung schon 10 Stunden 16 Minuten braucht; und dass Mars, dessen Durchmesser nur 1,000 d. Meilen beträgt, sich erst binnen 24 Stunden 40 Minuten um seine Axe dreht; dass die Erde dagegen bei einem Durchmesser von 1,719 d. Meilen sich schon in 23 Stunden 56 Minuten um ihre Axe zu drehen vermag. Uebrigens ist hier noch zu bemerken, dass die grössere Schnelligkeit, womit die kleineren Planeten in ihrer Bahn fortrücken, zur Beförderung ihrer Rotation sehr viel beiträgt, und dass demnach der Unterschied in der Schnelligkeit der Rotation bei denselben geringer ausfällt, als er sonst gemäss dem Unterschiede der Grösse ihres Durchmessers sein würde. So z. B. sehen wir, dass die Venus, deren Durchmesser 1,678 d. Meilen beträgt, also um 41 Meilen kleiner ist als jener der Erde, zu ihrer Umdrehung nur 23 Stunden 21 Minuten, also um 35 Minuten weniger braucht als die Erde; und dieses kömmt daher, weil die Venus weit schneller als die Erde in ihrer Bahn fortrückt; ebenso sehen wir, dass Merkur, dessen Durchmesser nur 600 d. Meilen beträgt, also um 400 Meilen kleiner ist als der des Mars, zu seiner Umdrehung nur 24 Stunden 5 Minuten 30 Secunden, also um 34 1/2 Minuten weniger braucht als Mars; und dieses kömmt ebenfalls daher, weil Merkur viel schneller in seiner Bahn fortrückt. Die Umdrehung würde überhaupt bei allen diesen kleineren Planeten verhältnissmässig noch viel langsamer erfolgen, als es wirklich geschieht, wenn sie nicht durch die grössere Schnelligkeit, womit dieselben in ihrer Bahn fortrücken, so sehr befördert würde, und also dasjenige, was ihnen wegen Kleinheit ihres Durch-

messers an Umschwung abgeht, durch die Schnelligkeit ihres Kreislaufes gewisser Maassen ersezt würden. (Man vergleiche die verschiedenen Bahngeschwindigkeiten der Planeten auf der Tabelle Nr. I.)

Es ist auch einleuchtend, dass die Differenz der Schnelligkeit und Schwungkraft in den einander diametral entgegengesezten Theilen (wovon doch die Axendrehung des Planeten zunächst abhängt) desto grösser ausfallen muss, je grösser die Bogen sind, welche der Planet während einer bestimmten Zeit in seiner Bahn beschreibt. Daher kömmt es auch, dass ein und derselbe Planet sich nicht immer mit gleicher Schnelligkeit, sondern verhältnissmässig langsamer oder schneller um seine Axe dreht, je nachdem er in seiner Bahn um die Sonne langsamer oder schneller fortrückt, d. h. in gleichen Zeiten kleinere oder grössere Bogen beschreibt; so sehen wir z. B. dass die Planeten in der Sonnennähe, wo sie schneller in ihrer Bahn fortrücken, sich auch schneller um ihre Axe drehen, als in der Sonnenferne.

Da die Rotation zunächst davon abhängt, dass die Schwungkraft des einen Theiles die des andern, ihm diametral entgegengesezten Theiles hinreichend überwiegt, so muss die Rotation auch desto geringer ausfallen: 1) je kleiner der Durchmesser der Weltkörper ist, und 2) je langsamer sie in ihrer Bahn fortrücken; und dieses kann selbst soweit gehen, dass endlich diejenigen Weltkörper, welche einen sehr kleinen Durchmesser haben und im Verhältniss zu ihrem Durchmesser auch sehr langsam in ihrer Bahn fortrücken, sich nur sehr langsam oder auch gar nicht um ihre Axe drehen können. Demnach steht zu vermuthen, dass bei den vier kleinsten Planeten, nämlich bei der Vesta, Juno, Ceres und Pallas, die Rotation entweder sehr langsam erfolgen müsse, oder auch gänzlich fehlen könne, wofür auch die Erfahrung spricht, dass man selbst durch die sorgfältigste Beobachtung bis jezt noch nicht im Stande war, an denselben eine Umdrehung

zu entdecken. Daher findet auch bei unserm Monde eigentlich keine Rotation statt, indem uns immer die nämliche Seite desselben zugewendet bleibt *). Dass bei dem Monde die Axendrehung gänzlich fehlt, ist wohl begreiflich, wenn

*) Da der Mond immer die nämliche Seite gegen die Erde hält, so ist es augenscheinlich, dass derselbe sich nicht um seine Axe drehe in der Art, wie dieses z. B. die Erde thut; indem diese dem Monde und jedem andern Weltkörper immer eine andere Seite zuwendet, und sofort nach und nach ihre ganze Oberfläche zeigt, und diese Abwechselung beständig wiederholt. Es ist also ganz unrichtig, wenn man sagt, dass auch der Mond rotire, und während er um die Erde laufe, sich einmal um seine Axe drehe. Der Umstand, dass man von der Sonne aus nach und nach die ganze Oberfläche des Mondes sehen könnte, berechtigt uns nicht zu jenem Ausspruche; denn sonst könnte man auch für den Fall, dass die Rotation der Erde und der andern Planeten nicht statt fände, mit demselben Rechte behaupten, dass alle diese Körper sich dennoch um ihre Axe drehten; weil man an jedem beliebigen Puncte ausserhalb unsers Planetensystems im Stande wäre, nach und nach die ganze Oberfläche eines jeden Planeten zu sehen. Es verdient wohl hier angeführt zu werden, was *v. Biela* über den Begriff von Axendrehung der Monde sagt: «Wenn irgend ein Punct eines solchen Weltkörpers, der ausser seiner Drehungsaxe liegt, während eines Umlaufes um seinen Hauptplaneten mehrere Epicyclen beschreibt, so dreht er sich während dieses Umlaufes ebenso vielmal um seine Axe, wenn nicht, so dreht er sich nicht um diese Axe. Dass also kein Mond sich um seine Axe drehen könne, wenn er immer eine Halbkugel seinem Planeten zukehrt, ist sehr folgerecht.» *v. Biela* macht dieses auch durch viele Beispiele deutlich, unter andern auch durch folgendes: «Man nähere den Mond der Erde so, dass er von ihr nur $6\,^3/_{10}$ ihrer Halbmesser entfernt ist, so wird er seinen Umlauf mit ihrer Rotation zugleich vollbringen. Aber in diesem Falle verhält er sich wie ein Thurmknopf. Wer aber hat je behauptet, dass sich ein Thurmknopf desshalb um seine Axe drehe?» (S. *Baumgartner's* Zeitschrift für Physik. Bd. II. Heft II. S. 121 und *Gruithuisen's* u. A. Bd. I. Heft IV. u. V. S. 119.)

man erwägt, dass der Mond, dessen Durchmesser nur 466 d. Meilen beträgt, in einer Minute nur 14 fr. Meilen zurücklegt. Merkur, welcher sich in 24 Stunden 5 Minuten 30S ecunden um seine Axe dreht, hat freilich nur 600 Meilen im Durchmesser, also nur 134 Meilen mehr als der Mond; allein dabei durchläuft er seine Bahn mit solcher Schnelligkeit, dass er in jeder Minute 667 fr. Meilen zurücklegt. Ob die Monde des Jupiters, Saturns und Uranus sich um ihre Axe drehen oder nicht, hat die Erfahrung noch nicht mit Bestimmtheit entschieden. Es lässt sich übrigens vermuthen, dass mehrere dieser Monde, namentlich diejenigen, welche in Betracht der Grösse ihrer Masse und ihrer Bahngeschwindigkeit den Mond unserer Erde beträchtlich übertreffen, sich auch um ihre Axe drehen; da hingegen diejenigen Monde, deren Masse und Bahngeschwindigkeit geringer als bei unserm Monde ist, sich nicht um ihre Axe drehen können.

§. 18.

Bewegung der Monde.

Gleichwie die Sonne im Stande ist die Planeten zu bewegen, so sind auch diese fähig, ihre Trabanten in Bewegung zu setzen. Die Schnelligkeit, womit die Monde ihre Bahnen durchlaufen, ist bei den Monden verschiedener Planeten, wie auch bei verschiedenen Monden eines und desselben Planeten, sehr verschieden. Da die Monde durch ihre respectiven Centralkörper bewegt werden, so muss ihr Umlauf desto schneller erfolgen: 1) je grösser der Umfang des respectiven Centralkörpers ist, 2) je schneller er sich um seine Axe dreht, 3) je kleiner die Masse des Mondes, 4) je kleiner die Entfernung desselben von seinem respectiven Centralkörper und 5) je kleiner der Winkel ist, unter welchem ein Mond die Ebene des Aequators seines Centralkörpers durchschneidet, oder je weniger die Bahn des Mondes von jener Ebene abweicht. So sehen wir, dass bei Jupiter, welcher im Umkreis

ungefähr 59,430 d. Meilen misst und sich binnen 9 Stunden 55 Minuten um seine Axe dreht, also in Betracht der Grösse des Umfangs und der Schnelligkeit der Rotation alle übrigen Planeten übertrifft, auch der Umlauf der Monde am schnellsten erfolgt; so z. B. braucht der erste Mond, welcher von dem Mittelpuncte Jupiters 54,980 d. Meilen entfernt ist, nur 1 Tag 18 Stunden 27 Minuten, um seinen Kreislauf zu vollenden. Bei Saturn, welcher im Umkreis ungefähr 52,681 d. Meilen misst und sich binnen 10 Stunden 16 Minuten um seine Axe dreht, erfolgt der Umlauf der Monde schon beträchtlich langsamer; so z. B. braucht der vierte Mond, welcher von dem Mittelpuncte des Saturns nur 51,055 d. Meilen entfernt ist, schon 2 Tage 17 Stunden 44 Minuten um seine Bahn zu durchlaufen. Bei Uranus, dessen Umkreis ungefähr 22,859 d. Meilen beträgt, und dessen Rotation zwar noch nicht gehörig bekannt ist, jedenfalls aber (wegen seines kleineren Durchmessers und seiner geringeren Bahngeschwindigkeit) bedeutend langsamer als die der beiden vorhergehenden Planeten erfolgt, finden wir auch den Umlauf der Monde viel langsamer: so z. B. bedarf der erste Mond, welcher von dem Mittelpuncte des Uranus nur 49,125 d. Meilen entfernt ist, schon 5 Tage 21 Stunden 25 Minuten um seinen Kreislauf zu vollenden. Bei der Erde endlich, welche im Umkreis nur 5,400 d. Meilen beträgt, und sich erst in 23 Stunden 56 Minuten um ihre Axe dreht, erfolgt auch der Umlauf des Mondes noch viel langsamer, indem derselbe erst in 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten seine Bahn durchläuft, obgleich er nicht mehr als 51,600 d. Meilen von dem Mittelpuncte der Erde entfernt ist. (Man vergleiche die verschiedenen Verhältnisse der Monde und ihrer Centralkörper auf der Tabelle Nr. II.)

Uebrigens richten sich die Monde nach ihrem respectiven Centralkörper genau ebenso, wie diese sich nach der Sonne richten, und demnach muss von dem Laufe der Monde das nämliche gelten, was früher über den

Lauf der Planeten gesagt worden ist. Die Monde laufen auch nicht gerade in der Ebene des Aequators ihres Centralkörpers, sondern sie durchschneiden diese Ebene unter verschiedenen kleineren oder grösseren Winkeln, sie müssen also während ihres Umlaufes immer abwechselnd von einer Halbkugel ihres Centralkörpers zur andern übergehen. Die Monde können also auch nicht in vollkommen kreisförmigen, sondern nur in mehr oder weniger elliptischen Bahnen um ihre Centralkörper herumlaufen; ihre Bewegung kann daher auch nicht stets gleichförmig sein, sondern sie muss in verschiedenen Theilen der Bahn langsamer oder schneller erfolgen, je nachdem ihre Entfernung von dem Centralkörper grösser oder kleiner ist, so z. B. muss unser Mond in der Erdferne am langsamsten und in der Erdnähe am schnellsten fortrücken.

Die Bewegung der Monde hängt aber nicht allein von der Einwirkung ihres Centralkörpers ab, sondern auch von der Anziehung anderer Weltkörper und namentlich der Sonne. Da die Planeten während ihres Umlaufes abwechselnd sich einmal der Sonne nähern und dann wieder davon entfernen, so muss auch die Einwirkung der Sonne auf die die Planeten begleitenden Monde abwechselnd zu- und abnehmen, und somit auch die Bewegung derselben periodisch modifiziren. So kann die Sonne zur Zeit, wo die Erde sich in der Sonnennähe befindet, mit einer grössern Kraft den Mond anziehen, und daher die Einwirkung der Erde auf den Mond einiger Maasen beschränken und schwächen, so dass desshalb der Mond sich weiter von der Erde entfernen und langsamer in seiner Bahn fortrücken muss; da hingegen die Erde zur Zeit, wo sie sich in der Sonnenferne befindet, und wo demnach die Sonne mit geringerer Kraft den Mond anzieht, mit mehr Erfolg auf denselben einwirken kann, so dass dieser sich der Erde wieder nähern und seinen Umlauf beschleunigen muss. Demnach gibt es also eine periodische Erweiterung und Verengerung der Mondbahn, wie auch eine periodische Verzögerung und Beschleunigung des Mondlaufes.

§. 19.

Ungleichheiten in den Bewegungen der Planeten und Monde.

Die Planeten können durch Anziehung gegenseitig auf einander einwirken, sind daher auch im Stande, durch diese Wechselwirkung ihre Bewegungen gegenseitig zu modifiziren. Wenn also zwei Planeten an einander vorübergehen, so müssen sie ihre Bewegung mehr oder weniger ändern, je nachdem sie einander stärker oder schwächer anziehen, und zwar wird die Bewegung des schneller fortrückenden etwas verzögert, die des langsam fortrückenden dagegen etwas beschleunigt. Auch wird die Richtung der Bewegung mehr oder weniger verändert, indem die Planeten, gemäss der Anziehung, sich einander mehr oder weniger nähern müssen, und zwar muss diese Aenderung der Schnelligkeit und Richtung der Bewegung bei dem kleineren Planeten verhältnissmässig bedeutender sein, als bei dem grössern. Die Planeten können also nach Verschiedenheit ihrer Masse und der Schnelligkeit und Richtung ihrer Bewegung auch verschiedene Einwirkungen und Störungen erleiden, bald rückwärts, bald vorwärts, bald seitwärts, bald mehr gegen die Sonne hin, bald weiter davon weggezogen werden, wobei ihre Geschwindigkeit entweder beschleunigt oder verzögert werden kann. Demnach muss die Bahn, welche ein Planet wirklich beschreibt, beträchtlich von derjenigen abweichen, welche er ohne Störungen bei einer ganz freien Bewegung durchlaufen würde.

Diese gegenseitige Einwirkung und Störung der Planeten bleibt sich nicht immer gleich, sondern ändert sich im Laufe der Zeiten unaufhörlich, indem die Verhältnisse, wovon diese Einwirkungen und Störungen abhängen, wie z. B. die Entfernung und die Richtung, wie auch die Gegend, in welcher die Planeten an einander vorübergehen, sich immer ändern, so dass sie in verschiedenen Zeiten sehr verschieden sein können. Da die Störung der Bewegungen von der Attraction herrührt, und da die

Attraction desto stärker ist und sich desto weiter erstreckt, je grösser die Masse der Weltkörper ist, so sind vorzüglich Jupiter und Saturn im Stande, gegenseitig auf einander, wie auch auf andere Weltkörper störend einzuwirken.

Gleichwie die Planeten in ihrem Laufe um die Sonne Störungen erleiden, so werden auch die Monde in ihren Bewegungen um ihre Centralkörper manchfaltig gestört, sowohl durch ihre gegenseitige Anziehung, als auch durch die Einwirkung der Sonne und anderer grosser Weltkörper.

Es gibt viele solcher Ungleichheiten in der Bewegung der Planeten und Monde, welche bald vorübergehen und nach einer längeren oder kürzeren Zeit mehr oder weniger modifizirt wiederkommen; es gibt aber auch mehrere Veränderungen, welche stets in gleicher Weise fortdauern und im Laufe der Zeiten immer mehr fortschreiten. Die Lage, Gestalt und Grösse der Bahnen der Planeten und Monde, wie auch die Zeiträume ihrer Umläufe und die Stellungen ihrer Axen, bleiben nicht immer dieselben, sondern sie verändern sich fortwährend, jedoch nur sehr langsam, so dass meistens erst bei wiederholten Beobachtungen, nach Verlauf von Jahrhunderten, die Aenderungen bemerkbar werden, welche daher auch säculare Störungen genannt worden sind. Unter diesen Aenderungen verdienen vorzüglich folgende erwähnt und näher betrachtet zu werden, obgleich einige derselben bis jetzt noch Hypothesen sind:

1) Die Lage der grossen Axe der Planetenbahnen ändert sich fortwährend, indem die Endpuncte derselben, d. h. die Apsiden, nicht beständig an derselben Stelle im Himmelsraume bleiben, sondern immer weiter von Westen nach Osten fortrücken, und sofort nach und nach alle zwölf Zeichen des Himmels durchwandern. Diese Bewegung der Apsidenlinie beträgt bei der Erde jährlich nach *Laplace* 36″ 7, nach Andern nur 11″ 8.

2) Der Winkel, unter welchem die Planetenbahnen die Ebene des Sonnenäquators durchschneiden, vermindert

sich beständig, so dass die Planetenbahnen sich der Ebene des Sonnenäquators immer mehr nähern.

5) Die Puncte, wo die Ekliptik, d. h. die Erdbahn von den Bahnen der übrigen Planeten durchschnitten wird, welche daher Sectionspuncte oder Knoten genannt werden, befinden sich nicht beständig an den nämlichen Stellen in Beziehung auf die Fixsterne, sondern sie rücken in der Ekliptik immer von Osten gegen Westen fort.

4) Der Winkel, unter welchem der Aequator der Planeten gegen die Ebene ihrer Bahn geneigt ist, wird immer kleiner, so dass der Aequator sich dieser Ebene immer nähert. Bei der Erde beträgt die Abnahme jenes Winkels, welche unter dem Namen «Verminderung der Schiefe der Ekliptik» bekannt ist, nach den neuesten Untersuchungen in hundert Jahren 48, 368 Secunden.

5) Die Puncte, wo die Ekliptik von dem Aequator der Erde durchschnitten wird, bleiben auch nicht immer an den nämlichen Stellen in Beziehung zu den Fixsternen, sondern sie rücken in der Ekliptik gegen die Ordnung der Zeichen, d. h. von Osten nach Westen fort, und zwar jährlich beinahe um 50, 2113 Secunden, so dass sie in 72 Jahren einen Grad zurücklegen und in 26,000 Jahren (Platonisches Jahr) einen ganzen Umlauf vollenden. Da die Nachtgleichen immer in jenen Zeiten statt finden, wo die Ekliptik von dem Aequator durchschnitten wird, so müssen sie immer etwas früher eintreten, gleichsam vorrücken, woher denn auch diese Erscheinung «das Vorrücken der Nachtgleichen oder die Präcession der Aequinoctien» genannt worden ist.

6) Die Excentricität der Planetenbahnen vermindert sich beständig, so dass diese sich immer mehr der Kreisform nähern *).

---

*) Da der Winkel, unter welchem die Erdbahn die Ebene des Sonnenäquators durchschneidet, wie auch die Excentricität der Erdbahn und die Schiefe der Ekliptik bisher immer abge-

7) Die mittlere Bewegung der Planeten nimmt an Schnelligkeit stets zu, so dass diese ihren Umlauf um die Sonne immer etwas früher vollenden *).

---

nommen hat, so ist klar, dass dieselben in früheren Zeiten vor 5 — 6000 Jahren, oder noch früher, wenn die Erde älter ist, viel bedeutender gewesen sein müssen, als sie heut zu Tage sind. Demnach muss die Bahn der Erde in früheren Zeiten auch weit mehr elliptisch, und mithin der Unterschied zwischen Sonnennähe und Sonnenferne viel grösser gewesen sein. Hieraus erhellet nun, dass die Einwirkung der Sonne auf die Erde seit jenen Aenderungen auch bedeutend modifizirt worden ist. Bei den früher bestandenen Verhältnissen der Erdbahn und der Erdaxe konnte die Sonne sich von dem Aequator der Erde weiter entfernen und den Polargegenden derselben mehr nähern, sie konnte also auf die verschiedenen Gegenden der Erdoberfläche durch Wärme und Licht weit anders wirken als heut zu Tage. Es musste früher unter dem Aequator und in den angrenzenden Gegenden viel weniger heiss, und an den Polen und in den angrenzenden Gegenden viel wärmer gewesen sein. Dass es an den Polen und in den angrenzenden Ländern in früheren Zeiten viel wärmer gewesen sei, dafür spricht der Umstand, dass vormals viele Pflanzen und Thiere in den nördlichen Gegenden der Erde existirten, welche heut zu Tage daselbst nicht mehr lebend gefunden werden, und nur noch in den wärmeren Klimaten zwischen den Wendekreisen und in den angrenzenden Gegenden vorkommen und gut gedeihen. Dass die Wärme unter dem Aequator und in den benachbarten Breitegraden im Laufe der Zeiten bedeutend zugenommen hat, mag vielleicht mit Ursache sein, dass die grossen Staaten und Städte, welche ehemals in der Nähe der Wendekreise, namentlich in Afrika, geblüht haben, so sehr heruntergekommen, oder gänzlich zu Grunde gegangen, dass heut zu Tage jene Gegenden meistens öde, wenig bewohnt sind, und dass ihre Bewohner, welche sich früher in der Cultur, in den Wissenschaften und Künsten so sehr hervorgethan hatten, hierin nicht mit der übrigen Welt vorangeschritten, sondern weit hinter ihr zurückgeblieben sind.

*) Aehnliche Veränderungen können auch bei Kometen statt

Ganz ähnliche Veränderungen geschehen auch bei den Monden. Bei unserm Monde z. B. bemerkt man folgende Aenderungen:

1) Die grosse Axe der Mondbahn bleibt nicht immer in der nämlichen Lage, d. h. die beiden Endpuncte derselben oder die Puncte der Erdnähe und der Erdferne bleiben nicht immer an den nämlichen Orten im Himmelsraume in Beziehung auf die Fixsterne, sondern sie rücken immer weiter von Westen nach Osten, so dass sie jährlich ungefähr 40, 65 Grade weit fortgehen, und in 3232, 567 Tagen alle zwölf Zeichen des Himmels durchwandern*).

2) Die Puncte, wo die Ekliptik von der Mondbahn durchschnitten wird, befinden sich auch nicht immer an denselben Orten in Beziehung auf die Fixsterne, sondern sie rücken immer weiter von Osten nach Westen, so dass sie jährlich ungefähr 19, 35 Grade zurücklegen, und in 6793, 2859 Tagen die zwölf Zeichen des Himmels durchlaufen.

---

finden. Man hat bereits bei dem *Enke*'schen Kometen bemerkt, dass die grosse Axe seiner Bahn, somit auch die Zeit seines Umlaufes um die Sonne immer kleiner wird. Da der *Enke*'sche Komet sich in seinem Aphelium nicht sehr weit von der Sonne entfernt, sondern immer in der Wirkungssphäre der Tangentialkraft (der Rotation und Circumtraction) der Sonne bleibt, und da er auch in der nämlichen Richtung, wie die Planeten, um die Sonne läuft, so steht zu vermuthen, dass er ebenso, wie die Planeten, von der Sonne bewegt werde, und dass folglich auch die ebenerwähnten Veränderungen seiner Elemente von der nämlichen Ursache herrühren, wie die Veränderungen der Elemente der Planeten. Auch der *v. Biela*'sche Komet scheint, ebenso wie der *Enke*'sche, von der Sonne bewegt zu werden, und desshalb ist auch zu vermuthen, dass bei ihm die nämlichen Veränderungen der Elemente statt finden, wie bei dem *Enke*'schen Kometen.

*) Nach einer andern Angabe sollen die Apsiden der Mondbahn täglich 6′ 40″ 9 weit fortrücken, und in 3231 Tagen 8 Stunden 34 Minuten alle Zeichen des Himmels durchwandern.

3) Der Winkel, unter welchem die Ebene des Erdäquators und die der Ekliptik von der Mondbahn durchschnitten wird, wird allmählig immer kleiner, so dass die Mondbahn sich der Ebene des Erdäquators immer mehr nähern muss.

4) Die Excentricität der Mondbahn nimmt allmählig ab, so dass diese sich immer mehr der Kreisform nähert.

5) Die mittlere Bewegung des Mondes bleibt sich nicht immer gleich, sondern nimmt an Schnelligkeit stets zu, so dass der Mond seinen Umlauf um die Erde immer etwas früher vollendet.

Diese säcularen Störungen der Bewegung der Planeten und Monde lassen sich nach den bisher entwickelten Grundsätzen sehr wohl erklären, wie nun gezeigt werden soll:

1) Das Vorrücken der Apsiden der Planetenbahnen hat folgenden Grund. Da die Planeten von der Sonne gemäss ihrer Rotation beständig in einer kreisförmigen Bahn fortgezogen und gleichsam herumgeschleudert werden, so können sie vermöge des Ueberschusses an Schwungkraft, welchen sie in jeder Hälfte ihrer Laufbahn bekommen (§. 15.), am Ende derselben immer etwas weiter nach Osten fortfahren, so dass mithin der Anfangspunct der folgenden Hälfte der Laufbahn etwas weiter ostwärts statt finden muss. Da nun jede Planetenbahn durch die grosse Axe in zwei Hälfte getheilt wird, und die Sonnennähe wie auch die Sonnenferne zugleich als Endpunct der einen und als Anfangspunct der andern Hälfte der Planetenbahn zu betrachten ist, so müssen die Puncte der Sonnennähe und der Sonnenferne immer etwas weiter von Westen nach Osten fortrücken.

2) u. 3) Die Erscheinungen, dass der Winkel, unter welchem die Planetenbahnen die Ebene des Sonnenäquators durchschneiden, immer mehr abnimmt und dass die Puncte, wo die Erdbahn von den Bahnen der übrigen Planeten durchschnitten wird, beständig gegen die Ordnung

der Zeichen, d. h. von Osten nach Westen fortrücken, diese Erscheinungen lassen sich folgender Maasen erklären: Die Planeten können, indem sie abwechselnd von einer Sonnenhälfte zur andern fortgeschleudert werden, vermöge des vorher gewonnenen Ueberschusses von Schwungkraft, nicht immer genau ebenso weit von der Ebene des Sonnenäquators wegfahren, als sie vorher davon entfernt waren, sondern diese Abschweifung muss immer etwas geringer ausfallen, so dass die Planeten immer etwas früher zur Ebene des Sonnenäquators zurückkehren können; denn gleichwie ein Pendel, das man frei fallen lässt, niemals ebenso hoch wieder aufsteigt, als es vorher gefallen war, sondern bei wiederholten Schwingungen immer weniger von dem Lothpuncte abweicht, und sofort seine Schwingungen nach und nach immer kürzer und schneller macht, so können auch die Planeten, indem sie vermöge des Ueberschusses von Schwungkraft von einer Sonnenhälfte zur andern fortfahren, sich nicht immer gleichweit von der Ebene des Sonnenäquators entfernen, sondern diese Abschweifung muss (da die Anziehung gegen den Sonnenäquator stets fortdauert, und da auch die im Weltraume verbreitete dünne Luft den Weltkörpern immer einigen, wenn gleich sehr geringen Widerstand leistet) nach und nach immer geringer werden, so dass die Planeten immer etwas früher zur Ebene des Sonnenäquators zurückkommen müssen. Daher kömmt es auch, dass die beiden unter Nr. 2 und 3 angegebenen säcularen Aenderungen erfolgen müssen. Es erhellet also, dass die Planetenbahnen sich der Ebene des Sonnenäquators immer mehr nähern, und dass mithin die Winkel, unter welchen sie dieselbe durchschneiden, immer kleiner werden müssen. Die Planeten können in gleicher Zeit nicht alle in gleichem Maase sich der Ebene des Sonnenäquators nähern, sondern diese Annäherung kann schneller oder langsamer erfolgen, je nachdem die Masse des Planeten und seine mittlere Entfernung von der Sonne kleiner oder grösser

ist; sie kann desto schneller erfolgen, je schneller der Planet seine Bahn durchläuft und je öfter er seinen Umlauf wiederholt. Es erhellet ferner, dass die Puncte, wo die Ebene des Sonnenäquators von den Planetenbahnen durchschnitten wird, immer weiter von Osten gegen Westen fortschreiten, d. h. den Planeten immer mehr entgegenrücken müssen (indem diese immer etwas früher zur Ebene des Sonnenäquators zurückkommen), und dass folglich auch die Puncte, wo die Erdbahn von den Bahnen der übrigen Planeten durchschnitten wird, ebenfalls von Osten nach Westen fortrücken müssen; denn da die Planeten bei wiederholten Abschweifungen immer etwas früher zur Ebene des Sonnenäquators zurückkehren, so müssen sie auch immer etwas früher zur Ebene der Erdbahn zurückkommen und dieselbe durchschneiden.

4) Die Erscheinung, dass die Schiefe der Ekliptik, d. h. der Winkel, welchen der Aequator der Erde mit der Ebene ihrer Bahn bildet, stets abnimmt, beruht auf folgenden Gründen. Da die Masse der Erde am meisten unter dem Aequator angehäuft ist und am weitesten über die Umdrehungsaxe emporragt, so wird auch diese Gegend der Erde als die nächste von der Sonne vorzüglich angezogen und zwar am stärksten in der Ebene der Ekliptik, da diese auf der Sonne senkrecht steht und mithin der Richtung der Attraction genau entspricht. Die Aequatorialgegend der Erde hat daher auch ein besonderes Streben sich der Sonne und mithin auch der Ebene der Ekliptik zu nähern und in ihrer Nähe zu bleiben. Gleichwie nun die Erde als Gesammtmasse bei widerholten Umläufen immer etwas weniger von der Ebene des Sonnenäquators abweicht, und immer etwas früher wieder zu derselben zurückkömmt (S. 87), so muss auch die Aequatorialgegend der Erde nach und nach immer etwas weniger von der Ebene der Ekliptik abweichen, und immer früher wieder zu ihr zurückkommen, so dass mithin auch der Winkel, welchen der Erdäquator mit der Ekliptik bildet,

allmählig immer mehr abnehmen muss. Ein zweiter Grund, welcher auch zu dieser Annäherung einiger Maasen beiträgt, ist der Umstand, dass die Erdbahn sich der Ebene des Sonnenäquators immer mehr nähert.

5) Das Vorrücken der Nachtgleichen und das Rückschreiten der Aequinoctialpuncte ist folgender Maasen zu erklären: Da der Erdäquator immer etwas früher zur Ekliptik zurückkömmt, so erhellet auch, dass die Nachtgleichen immer etwas früher statt finden, d. h. vorrücken, und dass folglich auch die Aequinoctialpuncte, d. h. die Puncte, wo die Ekliptik von dem Erdäquator erreicht und durchschnitten wird, der Erde immer etwas entgegenrücken, d. h. beständig von Osten nach Westen fortschreiten müssen.

6) u. 7) Die Erscheinungen, dass die Bahnen der Planeten an Excentricität stets abnehmen und sich immer mehr der Kreisform nähern, wie auch, dass die mittlere Bewegung derselben an Schnelligkeit stets zunimmt, lässt sich auch leicht erklären. Da die Winkel, unter welchen die Ebene des Sonnenäquators von den Planetenbahnen durchschnitten wird, an Grösse nach und nach abnehmen, die Planeten also immer näher an jene Ebene gebunden werden, so müssen auch die Gestalt und Grösse der Planetenbahnen und selbst die mittlere Bewegung der Planeten nach und nach eine beträchtliche Veränderung erleiden.

Es wurde bereits gezeigt, dass die Planetenbahnen alle vollkommen kreisrund sein müssten, wenn sie genau in der Ebene des Sonnenäquators lägen (§. 15.), und dass sie hauptsächlich desshalb mehr oder weniger elliptisch seien, weil sie die Ebene des Sonnenäquators unter verschiedenen grösseren oder kleineren Winkeln durchschneiden. Hieraus folgt, dass die Planetenbahnen immer mehr an Excentricität abnehmen und sich der Kreisform nähern müssen, je mehr sie im Laufe der Zeiten sich der Ebene des Sonnenäquators nähern. Bei dieser An-

näherung wird nämlich die Sonnenferne der Planeten nach und nach immer mehr vermindert, die Sonnennähe hingegen immer mehr erweitert, so dass der Unterschied zwischen diesen beiden Distanzen immer mehr abnehmen und endlich in einer mittleren Entfernung sich ganz ausgleichen muss.

Da die von der Rotation der Sonne herrührende Tangentialkraft in der Ebene des Sonnenäquators und in ihrer Nähe am grössten ist (§. 9. u. 15.), so erhellet auch, dass die mittlere Bewegung der Planeten bei ihrer Annäherung zur Ebene des Sonnenäquators nach und nach zunehmen muss. Da mit zunehmender Tangentialkraft auch die Centrifugalkraft zunimmt, indem diese nur eine Folge oder eine Ausdrucksform der ersten ist (§. 8.), so muss ferner auch die mittlere Entfernung der Planeten von der Sonne nach und nach zunehmen, so wie die Bahnen derselben sich der Ebene des Sonnenäquators nähern. Da aber die Schnelligkeit der Planeten mit zunehmender Entfernung von der Sonne abnimmt, so kann auch die mittlere Bewegung der Planeten selbst bei fortschreitender Annäherung zur Ebene des Sonnenäquators nur wenig beschleunigt werden.

Da der Mond sich auf eine ähnliche Weise zur Erde verhält, wie diese zur Sonne, so müssen auch in der Bewegung des Mondes ähnliche Veränderungen erfolgen, und aus ähnlichen Gründen wie in der Bewegung der Erde. In der That finden wir auch bei der Mondbahn eben solche Veränderungen, wie wir bereits bei der Erdbahn gefunden und erklärt haben.

1) Die Erscheinung, dass die grosse Axe der Mondbahn, ebenso wie die der Erdbahn, immer von Westen nach Osten fortrückt, kömmt daher, weil der Mond beständig von der Erde in einer kreisförmigen Bahn herumgeschleudert wird, ebenso wie diese von der Sonne bewegt wird. Das Fortrücken der grossen Axe kann und muss bei der Mondbahn bedeutender erscheinen als bei

der Erdbahn, weil der Mond seinen Umlauf viel früher vollendet und selbst zwölfmal wiederholt, während die Erde nur einmal um die Sonne läuft.'

2) u. 3) Gleichwie die Erde sich immer weniger von der Ebene des Sonnenäquators entfernt und immer früher wieder zu ihr zurückkömmt (S. 87.), ebenso und aus den nämlichen Gründen muss auch der Mond immer weniger von der Ebene des Erdäquators und der Ekliptik abweichen und immer früher wieder dahin zurückkehren. Diese Annäherung des Mondes zur Ekliptik wird besonders noch dadurch befördert, dass die Sonne, welche sich immer in der Ebene der Ekliptik befindet, den Mond beständig anzieht und mithin nach der Ekliptik zu bewegen strebt. Da der Mond immer weniger von der Ebene des Erdäquators und der Ekliptik abweicht und immer früher wieder dahin zurückkehrt, so erhellet auch, dass der Winkel, unter welchem die Mondbahn die Ebene des Erdäquators und der Ekliptik durchschneidet, nach und nach abnehmen muss, wie auch, dass die Puncte, wo die Ekliptik von der Mondbahn durchschnitten wird, dem Monde immer etwas entgegenrücken, d. h. von Osten nach Westen fortschreiten müssen. Diese rückläufige Bewegung der Durchschnittspuncte oder Knoten erscheint bei der Mondbahn viel bedeutender als bei den Planetenbahnen, weil der Mond seinen Umlauf um die Erde viel früher vollendet und ihn viel häufiger wiederholt, als die Planeten um die Sonne laufen.

4) u. 5) Da die Mondbahn nach und nach der Ebene des Erdäquators immer näher kömmt, so erhellet wohl, dass die Gestalt und Grösse derselben, wie auch die mittlere Bewegung und die Entfernung des Mondes von der Erde, eine Veränderung erfahren muss, nämlich: dass die Mondbahn an Excentricität nach und nach abnehmen und sich der Kreisform immer mehr nähern muss; ferner dass die mittlere Bewegung des Mondes allmählig beschleunigt und mithin auch die mittlere Entfernung

desselben von der Erde vergrössert werden muss, und zwar auf eine ähnliche Weise, wie die entsprechenden Veränderungen bei den Planeten erfolgen.

§. 20.

Bewegung der Sonne.

Es ist bekannt, dass die Sonne nicht immer an einem und demselben Orte im Weltraume in Beziehung zu den Fixsternen sich befindet, sondern gleich einem Planeten beständig fortrückt. Diese Bewegung der Sonne scheint auch wegen der ungeheuren Menge der im Weltraume existirenden grossen Weltkörper nothwendig zu sein. Denn gleichwie die Planeten zur Sonne fahren müssten, wenn sie nicht durch einen gewaltigen Schwung stets in ihren Bahnen fortgetrieben würden, so müsste auch die Sonne selbst zu einem grösseren Weltkörper hinfahren, wenn sie nicht beständig durch eine Schwungkraft in einer mehr oder weniger kreisförmigen Bahn fortgetrieben würde. Man hat also Grund anzunehmen, dass die Sonne selbst einem höhern Systeme angehöre, um einen grösseren höheren Centralkörper herumlaufe, welcher vielleicht zu ihr sich verhalten mag, ungefähr so, wie sie sich zu einem ihrer Planeten, z. B. zu Saturn oder Uranus, verhält. Demnach kann die Sonne um einen höhern Centralkörper herumlaufen und dabei sich um ihre Axe drehen auf die nämliche Weise und aus derselben Ursache, wie auch die Planeten um die Sonne laufen und zugleich sich um ihre Axe drehen. Uebrigens ist es sehr wahrscheinlich, dass die Sonne in sich selbst und in ihrer Umgebung einen Grund ihrer Umdrehung habe, und dass der gewaltige chemische Prozess, welcher auf oder an der Sonne statt findet (wie im §. 21. gezeigt werden soll), im Stande sei die Umdrehung derselben zu bewirken und fortwährend zu unterhalten.

Es lässt sich wohl annehmen, dass bei dem auf oder an der Sonne statt findenden chemischen Prozesse, wo-

durch fortwährend soviel Wärme und Licht entwickelt wird, die Elektricität in einem äusserst hohen Grade wirksam sei, da sie auch sonst in allen chemischen Prozessen wesentlich concurrirt. Diese gehen nämlich mit desto grösserer Kraft und Schnelligkeit von Statten je mehr die Elektricität dabei im Spiele ist, d. h. je stärker ihre Gegensätze dabei obwalten. Die Elektricität vermag nicht nur eine chemische Wechselwirkung verschiedener Materien, eine Veränderung ihrer Mischung und ihres Aggregationszustandes, Scheidungen und neue Verbindungen hervorzubringen, sondern auch Körper zu bewegen und namentlich eine Umdrehung derselben um ihre Axe zu bewirken. So z. B. kann ein in Form eines S gebogener Metalldrath, welcher auf eine, an dem Conductor der Elektrisirmaschine befindliche, Spitze wagerecht aufgelegt wird, auf dieser Spitze sich herumdrehen, wenn die durch den Conductor hinzugeleitete Elektricität an den beiden Enden des S gekrümmten Drathes ausströmt; ebenso können auch kleine, rundliche Stückchen Papier oder Holz, z. B. Sägespäne u. dgl. in dem Momente, wo sie von einem darüber gehaltenen grösseren elektrisirten Körper angezogen und frei schwebend gehalten werden, zugleich auch in eine rotirende Bewegung gerathen; so hat man auch schon mehrmals beobachtet, dass Menschen, welche unter freiem Himmel vom Blitze getroffen wurden, in demselben Momente um ihre Längenaxe gedreht, und dass auch andere in der Nähe befindliche leichtere Körper z. B. Staub, Strohhalme, Stücke Papier u. dgl. dabei ebenfalls schnell im Kreise herumbewegt wurden; so entsteht auch manchmal unter einer schweren, stark elektrischen Wolke eine gewaltige rotirende Bewegung in der Luft, welche als Windhose zugleich mit der Wolke stürmend forteilt und alle Körper, welche sie auf ihrem Wege antrifft, mit grosser Kraft und Schnelligkeit mit sich im Kreise herumreisst; auf dem Meere steigt das Wasser zu einer

niederschwebenden, stark elektrischen Wolke auf und zwar in Gestalt einer Säule, welche sofort als Wasserhose sich schnell um ihre Axe dreht, zugleich mit der Wolke reissend schnell fortläuft und alle Gegenstände, welche sie auf ihrem Wege antrifft, ebenfalls mit grosser Gewalt mit sich im Kreise herumtreibt. Man kann also vermuthen, dass der auf und an der Sonne statt findende chemisch-elektrische Prozess im Stande sein möge, die Rotation der Sonne zu bewirken und fortwährend zu unterhalten. Wenn wir auch die Bewegung der Sonne ganz allein von einem grössern höhern Centralkörper, und sofort in der Voraussetzung, dass alle Sonnensysteme des Weltalls mit einander ein grosses Ganze, d. h. ein Universalsystem darstellen, die Bewegung des einen Centralkörpers der Reihe nach immer von einem grössern höhern Centralkörper ableiten wollten, so kämen wir doch endlich zu dem höchsten Centralkörper, welcher die Quelle seiner Bewegung in sich selbst haben müsste, und dann dürfte doch wohl ein chemisch-elektrischer Prozess, wie z. B. auf und an der Sonne bei der Entwickelung von Wärme und Licht ein solcher statt findet, als eine hinreichende Ursache der Rotation eines solchen Centralkörpers betrachtet werden.

Die Art und Weise, wie die Elektricität verschiedene Körper in eine rotirende Bewegung zu setzen vermag, dürfte vielleicht folgende sein. Bekanntlich haben alle elektrische Körper die Eigenschaft, andere ungleichnamig elektrische Körper anzuziehen und die gleichnamig elektrischen abzustossen. Da nun bei einer solchen Anziehung sogleich eine Ausgleichung der Elektricität erfolgt, und da die mit einander in Wechselwirkung getretenen Körper gleichnamig elektrisch werden, so müssen dieselben auch bald wieder einander abstossen. Ein grösserer Körper kann demnach, so lange er eine bedeutende Elektricität entwickelt, beständig neue Materie anziehen und dagegen diejenige Materie abstossen, welche durch Annäherung

und Wechselwirkung mit ihm gleichnamig elektrisch geworden ist. Daher vermag ein jeder Körper, welcher eine starke Elektricität äussert, in der Luft eine beständige Strömung hervorzubringen, indem er fortwährend auf allen Seiten die durch ihn elektrisch gewordene Luft abstösst und dagegen andere Luft anzieht, und diese Luftströmung verhält sich in Betracht ihrer Stärke und Dauer genau ebenso, wie die Elektrizität, wodurch sie hervorgebracht wird, wie man dieses bei manchen elektrischen Experimenten und namentlich auch bei Gewittern sehen kann. Ein runder Körper, welcher eine bedeutend starke Elektrizität entwickelt, muss also beständig von allen Seiten eine angemessene Menge Stoffe anziehen und zugleich eine eben solche Menge Stoffe abstossen, wobei er selbst aber auch ebenso einer Seits von den zuströmenden Stoffen angezogen und anderer Seits von den zurückweichenden Stoffen abgestossen wird. Gleichwie nun alle diese Stoffe gemäss den verschiedenen Momenten ihrer Anziehung und Abstossung in zwei verschiedenen Richtungen mit Kraft und Schnelligkeit fortbewegt und in gewisse Strömungen versetzt werden, so muss auch der grössere elektrische Körper in Bewegung gerathen, einer Seits gemäss der Anziehung den ihm zuströmenden Stoffen entgegenrücken, und anderer Seits gemäss der Abstossung von den zurückweichenden Stoffen sich entfernen. Der grössere runde Körper, welcher beständig an allen Puncten seiner Oberfläche Stoffe anzieht und abstösst, und ebenso auch von diesen Stoffen angezogen und abgestossen wird, kann aber gemäss solcher Anziehung und Abstossung sich nur in der Art bewegen, dass er sich um seine Axe dreht; und diese Umdrehung wird insbesondere noch dadurch sehr befördert, dass diejenigen Stoffe, welche gemäss der Anziehung von allen Seiten herzuströmen, und demnach mit einer entsprechenden Schnelligkeit und Kraft an und auf dem grösseren anziehenden Körper zusammenfahren, durch ihre entgegengesetzten Bewegungen in eine Kreis-

oder Wirbelbewegung gerathen, und somit zur Umdrehung des in ihrer Mitte befindlichen Körpers mehr oder weniger mitwirken können. Auf eine solche Weise nun entsteht die Rotation der kleinen rundlichen Körperchen von Papier, Holz u. dgl. in dem Momente, wo sie von einem grössern elektrisirten Körper angezogen und frei schwebend gehalten werden; ebenso kann der Mensch im Momente, wo er vom Blitz getroffen und mit Elektricität überladen wird, in eine rotirende Bewegung gerathen; ebenso entsteht die Rotation der Luft- und Wassersäulen, welche unter dem Namen der Wind- und Wasserhosen bekannt sind, und auf eine ähnliche Weise kann auch die Rotation der Sonne bewirkt und fortwährend unterhalten werden. Die Masse der Sonne ist zwar sehr gross, so dass ihre Rotation einen ungeheuren Kraftaufwand erfordert; erwägt man aber zugleich die ungeheure Extensität und Intensität jenes auf und an der Sonne statt findenden Verbrennungs-Prozesses, die gewaltige chemische Wechselwirkung, die Anziehung und Abstossung zwischen der Sonne und den sie umgebenden unaufhörlich hin- und zurückströmenden Stoffen, und die gewaltige Wirbelbewegung derselben, so lässt sich doch wohl annehmen, dass die dabei wirksamen Kräfte hinreichen mögen, die Rotation der Sonne zu bewirken, zumal da dieselbe viel langsamer erfolgt, als die der andern Weltkörper z. B. des Jupiter, Saturn u. s. w.

§. 21.

Verbrennungs-Prozess auf der Sonne.

Dass auf der Sonne ein Verbrennungs-Prozess statt finde, ist die Ansicht der meisten Naturforscher und Astronomen und hat grosse Autoritäten für sich, wie z. B. *Leibnitz*, *Descartes*, *Büffon*, *Newton*, *Laplace*, *Herschel*, *Gruithuisen* u. m. a. *Littrow* hat sich zwar nicht ganz entschieden für diese Ansicht ausgesprochen, doch ist er mehr geneigt die Entwickelung von Wärme und Licht aus

einem an der Sonne statt findenden Verbrennungs-Prozesse herzuleiten, als zur Erklärung derselben eine andere Hypothese anzunehmen. Für obige Ansicht sprechen mehre sehr wichtige Erscheinungen, unter andern besonders folgende:

1) Die Erscheinung, dass fortwährend eine so ungeheure Menge Wärme und Licht an der Sonne entwickelt, und von da mit einer ausserordentlich grossen Kraft und Schnelligkeit nach allen Seiten, selbst in so ungeheure Entfernungen ausgestrahlt wird. Eine so starke Intensität von Wärme und Licht, wie man solche durch Concentration der Sonnenstrahlen in dem Focus grosser Brennspiegel oder convexer Gläser erhält, lässt sich nur dann erklären, wenn man annimmt, dass diese Licht- und Wärmestrahlen ursprünglich von der Sonne ausgehen, und dass diese grosse Menge von Wärme und Licht ursprünglich auf oder an der Sonne durch einen gewaltigen chemischen Prozess, d. h. durch einen Verbrennungs-Prozess hervorgebracht werde. Da die strahlende Wärme sich ebenso wie das Licht nach allen Seiten ausbreitet, und dabei an Intensität stets abnimmt, in dem Verhältnisse wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, so lässt sich die Wärme an der sichtbaren Oberfläche der Sonne berechnen, wenn man die Temperatur der Sonnenstrahlen auf der Erde den Berechnungen zu Grunde legt. Man hat auch schon mehrmals Versuche der Art an gestellt, in der Absicht die Temperatur auf oder an der Sonne zu ermitteln. Nach *Littrow* soll die Hitze, welche die Sonne auf eine Quadratmeile ihrer eigenen Oberfläche ausübt, über 500,000 Mal grösser sein als diejenige, welche sie auf eine ebenso grosse Stelle unserer Erdoberfläche äussert. Unsere Brenngläser sind weit entfernt, eine so grosse Hitze zu erzeugen, oder die Strahlen der Sonne 500,000 zu verdichten, und doch kann man in dem Brennpuncte dieser Gläser Gold, Platina und selbst Diamanten schmelzen und zerstören. *Gruithuisen* will durch

Beihülfe des *Lavoisier - Brisson*'schen Brennglasapparates*) für die Entfernung von 2,900,000 geogr. Meilen vom Mittelpunct der Sonne, also in der Entfernung von der nächsten Oberfläche der Sonne = 2803675 geogr. Meilen, eine Hitze gefunden haben, die in einer so dichten Atmosphäre, wie die der Erde, Eisen verbrennen und verschlacken und Platin schmelzen würde**), und behauptet demnach, dass die Wärme der Sonnenoberfläche, die wir sehen, in jedem ihrer Puncte wenigstens 5556 Millionen Reaumur'sche Grade betragen müsse. Diese ausserordentliche Hitze finde sich nur in der allerobersten Wolkenschicht auf der sichtbaren Oberfläche der Sonne, also in ihrer Atmosphäre, und es sei glaublich, dass, weil hier der Combustionsprozess vor sich gehe, es unterhalb dieser Schicht nicht so ungeheuer heiss sei, und dass die Hitze in der Nähe des Kerns und in diesem selbst bei weitem geringer, jedoch aber wenigstens so gross sei, wie sie unsere brennenden, gasentbindenden Vulkane zeigen***). Später erklärte *Gruithuisen*†), dass er in seiner früheren Berechnung der Hitze der sichtbaren Sonnenoberfläche sich versehen habe, und gab nach einer neuen sorgfältigen Berechnung an, dass die Temperatur derselben mindestens 300,000,000 °R. betrage und nicht mehr weiter herabzubringen sei. Einige Naturforscher läugneten die Wärme der Sonnenstrahlen aus dem Grunde, weil die Wärme an der Erdoberfläche am grössten ist, und in den höheren Regionen der At-

---

*) Das Brennglas von *Lavoisier*, *Marquer*, *Brisson* und *Cadet* war aus zwei Menisken von vier Fuss Durchmesser zusammengesezt und mit Terpenthinöl angefüllt, und gab einen Brennraum von acht Linien Durchmesser, worin Eisen augenblicklich schmolz. Das Eisen schmilzt bekanntlich bei 1532 °R.

**) Der Schmelzpunct des Platins ist nach *Daniell* = 3054 °R. und nach *Dalton* = 10257 °R.

***) *Gruithuisen's* neue Analekten für Erd- und Himmelskunde Bd. 2. Heft 1. S. 39.

†) Ebendaselbst S. 67.

mosphäre immer mehr abnimmt, je höher man steigt, und weil in solchen Höhen selbst die Sonnenstrahlen weniger erwärmend wirken, als in der Tiefe. Auf diese Erscheinung sich stützend, nahmen Sie an, dass die Wärme, welche durch die Sonnenstrahlen in den davon getroffenen Körpern hervorgebracht wird, nicht eigentlich von den Sonnenstrahlen diesen Körpern mitgetheilt werde, sondern dass diese Wärme schon vorher in diesen Körpern vorhanden, aber gebunden und unwirksam gewesen sei, und nur durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen gelösst, frei und wirksam gemacht werde. Allein obiger Schluss ist voreilig und unrichtig, und die darauf gebaute Hypothese bietet sehr viele Schwierigkeiten dar, und zum Theil solche, die gar nicht aufgelösst werden können, dahingegen die auffallende Erscheinung, welche gegen die eigenthümliche Wärme der Sonnenstrahlen zu sprechen schien, sich sehr leicht und einfach erklären lässt. Die Erscheinung, dass die Sonnenstrahlen in den höhern Regionen der Atmosphäre eine geringere Wärme geben, als in den untern Luftschichten an der Erdoberfläche, kömmt zunächst daher, weil die Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre immer mehr concentrirt, enger vereinigt werden, je mehr sie sich der Erde nähern, so dass also die Sonnenstrahlen, welche bei dem Eintritt in die Atmosphäre sehr weit ausgebreitet sind, bei der Annäherung zur Erde immer mehr convergiren und also in einem kleineren Raume zusammentreffen. Denn da die Luft an der Erdoberfläche am dichtesten ist, und mit der Entfernung von derselben an Dichtheit immer mehr abnimmt, und die Sonnenstrahlen beim Durchgange durch durchsichtige Medien immer von ihrer ursprünglichen geraden Richtung abgelenkt und nach den dichteren Schichten geleitet werden, so muss eine grosse Menge von Lichtstrahlen, welche gemäss der geraden Richtung, welche sie ursprünglich von der Sonne aus genommen haben, an der Erde vorbeigehen würden, von der die Erde auf eine grosse Strecke umgebenden

Atmosphäre aufgefangen und, gemäss der gegen die Erde hin zunehmenden Dichtheit ihrer Schichten, von ihrer ursprünglichen Richtung immer mehr abgelenkt und sofort zur Erde geleitet werden; woher es denn auch kömmt, dass wir die Sonne beim Aufgange immer früher sehen, als sie die Ebene unseres Horizonts wirklich erreicht. Da also die Sonnenstrahlen immer mehr concentrirt werden, je mehr sie sich der Erde nähern, so muss auch ihre Wärme, wie auch ihr Licht stärker werden, und an Intensität zunehmen, sowie die Extensität abnimmt. Dass die unteren Luftschichten sich wärmer zeigen, als die oberen, hat überdiess noch folgende Ursachen: weil die unteren Luftschichten eben wegen ihrer grössern Dichtheit auch eine verhältnissmässig grössere Wärmecapacität haben, d. h. mehr Wärme in sich aufnehmen und behalten können, ferner weil die Erde eine grosse Menge Sonnenstrahlen reflectirt, und auch selbst von jener Wärme, welche sie verschluckt, später doch wieder einen grossen Theil der atmosphärischen Luft mittheilt, und dass hierbei die untern Luftschichten mehr gewinnen müssen, als diejenigen, welche von der Erdoberfläche weiter entfernt sind, versteht sich wohl von selbst. Die oben erwähnte Hypothese ist ohne alle wissenschaftliche Haltbarkeit, wie eben noch näher gezeigt werden soll. — Es gibt keinen triftigen Grund, den Sonnenstrahlen eine eigenthümliche Wärme abzusprechen, und wollte man wegen der oben angeführten Erscheinung annehmen, dass sie keine Wärme hätten, so könnte man mit demselben Rechte auch sagen, dass sie kein Licht hätten, weil sie in höheren Regionen der Atmosphäre auch schwächer leuchten als in den tiefern, und in dem weiten Himmelsraume, welchen sie durchwandern, gar nicht leuchten, und nur da anfangen sich durch ihr Licht bemerkbar zu machen, wo sie in ein dichteres Medium, nämlich in die Atmosphäre eintreten, und vorzüglich da ein stärkeres Licht darbieten, wo sie auf dichtere, festere Körper fallen. Man könnte also auch

sagen, dass die Sonnenstrahlen die Fähigkeit hätten, das in den Körpern befindliche, gebundene, unwirksame Licht zu entbinden und wirksam zu machen. Aber eine solche Annahme wird durch das helle Leuchten und den Glanz der Sonne augenscheinlich widerlegt. Wenn wir nun den Sonnenstrahlen ein so starkes Licht zuerkennen müssen; was berechtigt uns dann ihnen die Wärme abzusprechen? Ueberzeugt uns nicht die tägliche Erfahrung, dass Wärme und Licht aufs innigste verbunden erscheinen? Wir kennen nicht ein einziges Beispiel in der Natur, wo ein intensiv starkes Licht ohne Wärme entwickelt wird; im Gegentheil finden wir, dass überall, wo ein beträchtlich intensives Licht entsteht, zugleich auch immer eine gewisse Wärme statt findet, wie denn auch bei jedem Verbrennungs-Prozess, wenn solcher mit einer gewissen Lebhaftigkeit von statten geht, mit der Wärme zugleich auch mehr oder weniger Licht entwickelt wird. Ferner lässt sich nicht annehmen, dass alle Wärme, welche die Körper bei einer fortgesezten Einwirkung der Sonnenstrahlen, zumal wenn dieselben durch grosse Hohlspiegel oder convexe Gläser gesammelt und concentrirt werden, äussern, schon vorher in diesen Körpern gegenwärtig, aber nur gebunden und unwirksam gewesen sei; denn es ist unbegreiflich, wie eine so grosse Menge von Wärme in einem Körper so enge und fest gebunden und ganz unbemerkbar sein sollte; wie wäre es möglich, dass die Wärme, welche während der Einwirkung concentrirter Sonnenstrahlen einen Eisschollen zum Schmelzen und das daraus entstandene Wasser zum Kochen und völligen Verdampfen bringt, schon vorher in dem Eisschollen vorhanden gewesen wäre? Woher sollte dieser Eisschollen soviel Wärme bekommen, und in einem gebundenen Zustande erhalten haben? Wie und wodurch sollten die Sonnenstrahlen die Wärme entbinden und frei machen? Warum lässt die Wärme in den Körpern wieder nach, sobald die Einwirkung der Sonnenstrahlen wieder aufhört?

Wie lässt sich die Voraussetzung: dass die Wärme schon in den Körpern vorhanden sei und durch die Einwirkung der Sonnenstrahlen nur entbunden, frei und wirksam gemacht werde, in Einklang bringen mit der bekannten unumstösslichen Erfahrung, dass die Körper an Umfang zu- und abnehmen, je nachdem ihre Wärme zu- und abnimmt, und dass sie bei einer Verdichtung und Verminderung des Volumens Wärme von sich geben, und im Gegentheil bei einer Ausdehnung und Vergrösserung des Volumens Wärme in sich aufnehmen? — Dieses mag genügen um zu zeigen, dass eben erwähnte Hypothese ungegründet und unhaltbar sei, und dass man den Sonnenstrahlen ebenso wohl Wärme, wie Licht zuerkennen müsse. Da also an der Sonne eine so ungeheure Menge Wärme und Licht fortwährend entwickelt wird, wie sie beständig in ihren Strahlen aussendet, so muss daselbst ein gewaltiger chemischer Prozess, d. h. ein Verbrennungs-Prozess statt finden. Für diese Annahme sprechen ferner auch die Erscheinungen, welche man an der Sonne selbst wahrnimmt, wenn man sie mit einem guten Teleskope beobachtet. Man sieht nämlich ein ungeheures Feuermeer, welches die Sonnenkörper auf allen Seiten umgibt, und beständig in einer äusserst heftigen Agitation begriffen ist, und wobei so stürmische Bewegungen statt finden, dass die heftigsten Stürme auf der Erde viel zu gering sind, als dass sie damit verglichen werden könnten.

Das Feuer der Sonne hat eine grosse Aehnlichkeit mit dem Feuer eines brennenden Gases, und die Annahme, dass die Sonne von einer brennenden, d. h. glühenden Atmosphäre umgeben sei, hat noch mehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen, seitdem *Arago* den Unterschied zwischen dem Lichte einer Gasflamme, d. h. eines hellglühenden Gases, und dem Lichte von glühenden festen oder tropfbar flüssigen Körpern gezeigt hat. Dass die glühende Atmosphäre, welche den Sonnenkörper umgibt, beständig in einer ungeheuren Agitation erscheint, ist sehr begreiflich,

wenn man erwägt, welche ungeheure Luftströmungen durch diesen gewaltigen Verbrennungs-Prozess hervorgebracht und fortwährend unterhalten werden. Das Feuer ist nicht an allen Puncten der Sonnenoberfläche, auch nicht stets fortwährend gleich stark, sondern es ist an verschiedenen Stellen und zu verschiedenen Zeiten beträchtlich verschieden. Insbesondere sind öfters einzelne Stellen durch ein stärkeres loderndes Licht ausgezeichnet, die daher auch Sonnenfackeln heissen, da hingegen auch öfters andere Stellen viel dunkler, als die übrigen Theile der Sonnenoberfläche erscheinen, und daher Sonnenflecken genannt worden sind. Die Sonnenflecken sind oft zahlreich und sehr ausgedehnt, und es wurden selbst schon solche beobachtet, die vier bis fünf Mal so breit waren als die Erde. Die Sonnenfackeln, wie auch die Sonnenflecken sind in ihren Erscheinungen nicht immer constant, sondern verändern ihre Gestalt und Grösse, werden bald grösser bald kleiner, fliessen zusammen oder trennen sich von einander, und nachdem sie sofort unter manchfaltigen Veränderungen eine kürzere oder längere Zeit gedauert haben, verschwinden sie wieder, worauf nach einer bald kürzern bald längern Zwischenzeit da oder dort wieder andere Fackeln oder Flecken entstehen. Alles dieses deutet darauf hin, dass auf der Sonne ein Verbrennungs-Prozess statt finde, und es lässt sich wohl denken, dass derselbe bei einer so ungeheuren Ausdehnung nicht beständig und in allen Puncten gleich stark sein müsse, sondern bald an dieser bald an jener Stelle stärker oder schwächer sein könne, dass nämlich an einigen Puncten, wo die brennbaren Materien sich häufiger darbieten, der Verbrennungs-Prozess lebhafter, stärker werden und dadurch die Erscheinung der Sonnenfackeln gewähren könne, und dass im Gegentheil andere Stellen des Sonnenkörpers, wo die brennbaren Materien in geringerer Menge vorhanden sind und wo das Feuer für einige Zeit in einem beträchtlichen Grade abgenommen

hat, von flammender Atmosphäre weniger bedeckt, daher mehr oder weniger dunkel erscheinen und also das Phänomen der Sonnenflecken darbieten können. Die Erscheinung der Sonnenfackeln kann vielleicht daher kommen, dass noch heut zu Tage von Zeit zu Zeit vulkanische Feuerausbrüche auf der Sonne statt finden. Für diese Vermuthung spricht besonders noch der Umstand, dass die Sonnenfackeln sich über die Oberfläche der Sonne erheben, und meistens erst dann erkannt werden, wenn sie am Rande der Sonnenscheibe stehen. Mit dem Erscheinen und Verschwinden der Sonnenflecken könnte es sich vielleicht folgender Maasen verhalten: Wahrscheinlich sind in früheren Zeiten durch heftige vulkanische Explosionen grosse Aushöhlungen und Vertiefungen in der Sonne entstanden, aus welchen noch immer bald mehr bald weniger brennbares Gas aufsteigt. Wenn aus diesen Vertiefungen fortwährend eine grosse Quantität desselben ausströmt und über der Sonnenoberfläche verbrennt, so werden jene Vertiefungen durch die ausgebreitete Flamme des brennenden Gases theils bedeckt, theils so hell beleuchtet, dass keine dunkle Stelle, d. h. kein Flecken daselbst zu finden ist; wenn hingegen diese Vertiefungen während einer kürzeren oder längeren Zeit nur sehr wenig oder gar kein brennbares Gas liefern, so werden dieselben als dunkle Stellen oder Flecken von kleinerem oder grösserem Umfange sichtbar, indem sie alsdann weder durch Gasflammen hinreichend verdeckt, noch hell genug beleuchtet sein können. Diese Vermuthung erscheint um so wahrscheinlicher, wenn man erwägt, dass die Sonnenflecken fast immer in der Nähe des Sonnenäquators erscheinen und zwar innerhalb einer Zone, deren Breite auf einem Sonnenmeridian gemessen, sich gemeiniglich nicht über 33 — 34 Grade erstreckt*), und dass es, nach den Beobachtungen von *Gruithuisen* und Andern, auf der Oberfläche der Sonne

*) S. *Laplace's* a. W. Th. I. S. 27.

nur gewisse Orte gibt, wo die grossen Sonnenflecken unregelmässig-periodisch zum Vorschein kommen, dass aus den Oeffnungen derselben, nach *Herschel*, die grösste Quantität des empyreischen Gases entweicht, und dass der Ort dieser Flecken zu oscilliren scheint. Diese Oscillation kömmt, wie *Gruithuisen* mit Recht vermuthet*), von der unsteten Bewegung der brennenden Atmosphäre, welche vorzüglich daher rührt, dass die Gase nicht stets gleichförmig nach einer und derselben Richtung, sondern bald da bald dorthin stärker entströmen.

§. 22.

Natur, Entstehung und Unterhaltung des Verbrennungs-Prozesses auf der Sonne.

Die Natur dieses Verbrennungs-Prozesses, seine Entstehung und fortwährende Unterhaltung ist uns ganz unbekannt, dessen ungeachtet wird es doch erlaubt sein, darüber nachzudenken, Vermuthungen anzustellen und solche auch öffentlich auszusprechen; daher wage ich es auch meine Ansicht darüber hier mitzutheilen.

Da es auf der Erde (ausser den vegetabilischen und animalischen Substanzen) unter den unorganischen Stoffen mehre gibt, welche durch ihre chemische Wechselwirkung und Verbindung im Stande sind, Wärme und Licht zu entwickeln, so können solche Stoffe auch auf der Sonne existiren, und es wäre wohl möglich, dass der Verbrennungs-Prozess daselbst durch mehre verschiedene Arten von chemischen Wechselwirkungen und Verbindungen bedingt wäre. Wenn man die ungeheure Intensität und Extensität des auf der Sonne statt findenden Verbrennungs-Prozesses wohl erwägt, und denselben etwas näher zu erforschen und zu erklären sucht, so geräth man leicht auf die Vermuthung, dass derselbe hauptsächlich in einer Verbrennung von Wasserstoffgas mit Sauerstoffgas bestehe.

---

*) S. *Gruithuisen's* n. Anal. Bd. I. Heft 2. S. 47.

Es wäre möglich, dass durch Zerlegung von Wasser eine grosse Menge von Wasserstoffgas beständig aus der Sonne aufsteige, und mit dem Sauerstoffgase der Sonnenatmosphäre verbrenne, dass dadurch eine ungeheure Menge Wärme und Licht entwickelt und mit grosser Heftigkeit ausgestrahlt würde, und dass durch die bei dem Verbrennen erfolgende Vereinigung des Wasser- und Sauerstoffgases Wasser entstünde, welches zur Sonne fiele, daselbst wieder zersezt würde, somit neues Brennmaterial lieferte, so dass dieses fortwährend in einer chemischen Umwandlung und gewisser Maasen in einem Kreislaufe begriffen wäre.

Ein solcher Verbrennungs-Prozess ist um so eher möglich und selbst als wahrscheinlich zu betrachten, da das Wasser in so grosser Menge existirt und allgemein verbreitet ist, sich auf mannichfaltige Weise leicht zerlegen lässt, und bei seiner Zerlegung eine so grosse Menge Wasserstoffgas liefert, weil dieses Gas sich sehr leicht entzündet, sich sehr gern mit dem Sauerstoffgase vereinigt, und weil die chemische Verbindung und Verbrennung dieser beiden Gasarten eine ausserordentlich heftige Wärme- und Lichtentwickelung bewirkt und zugleich Wasser erzeugt. Was nun zunächst die primäre Zerlegung des Wassers und die Entwickelung von Wasserstoffgas anbelangt, so kann diese auf verschiedene Arten geschehen.

1) Das Wasser kann sogleich in Wasser- und Sauerstoffgas zerlegt werden, und zwar auf eine ähnliche Weise, wie solches durch eine galvanische Säule künstlich zerlegt wird. Dass so etwas in der Natur von selbst geschehen könne, lässt sich nicht läugnen, da der Galvanismus, die Elektricität und der Magnetismus so nahe mit einander verwandt sind, und in allen chemischen Prozessen der Natur so bedeutende Rollen spielen, und endlich selbst die Erfahrung lehrt, dass das Wasser auch durch magnetische Elektricität wirklich zerlegt werden könne, wie dieses namentlich *Kane* gezeigt hat *).

*) S. Dublin journ. of med. and chem. science. Jan. 1833.

Wenn das Wasser sogleich in Wasser- und Sauerstoffgas zerlegt würde, und diese beiden Gasarten mit einander mit den brennenden Schichten der Sonnenatmosphäre in Berührung kämen, so müsste der Verbrennungs-Prozess noch viel heftiger erscheinen, als wenn das Wasserstoffgas allein aufstiege und erst durch die Verbindung mit dem in der Sonnenatmosphäre befindlichen Sauerstoffgase verbrennen könnte *).

2) Das Wasser könnte auch dadurch zerlegt werden, dass der Sauerstoff desselben sich mit einem leicht oxydirbaren Körper verbände, und dass demnach der Wasserstoff frei würde und Gasgestalt annehmen könnte. Wären die zerlegenden Körper so leicht oxydirbar wie z. B. Kalium oder Natrium, so wäre ihre Berührung mit Wasser schon hinreichend, ihre Oxydation zu bewirken und somit augenblicklich eine Selbstentzündung und einen äusserst heftigen Verbrennungsprozess hervorzubringen. Dass ein solcher chemischer Prozess früher auf der Sonne statt gefunden haben mag, und vielleicht jezt noch statt findet, ist

---

*) Es lässt sich wohl annehmen, dass die brennende, hellglühende Gashülle (Photosphäre) der Sonne von einer Sauerstoff enthaltenden, unserer Erdatmosphäre ähnlichen, eigenthümlichen Atmosphäre umgeben sei. Denn da der ganze Weltraum mit Luft angefüllt ist, so steht zu vermuthen, dass die Sonne als ein grosser Weltkörper, gleich der Erde und andern Planeten, die Luft des Weltraums angezogen und somit eine eigenthümliche Atmosphäre um sich her gebildet habe. Allerdings scheint die Atmosphäre der Sonne gemäss der daselbst statt findenden ungeheuren Hitze sehr expandirt, und folglich auch bei weitem nicht so dicht zu sein, als sie gemäss der grossen Masse der Sonne sein könnte. Ob die Photosphäre mit der Oberfläche der Sonne in einer unmittelbaren Berührung stehe oder ob sie durch eine zweite, unter ihr liegende, äusserst elastische und transparente Umgebung immer in einer grossen Höhe über der Sonne erhalten werde, und ob unter dieser zweiten noch eine dritte wolkenartige dunkle Schicht sich befinde, wie *Herschel* angenommen hat, lässt sich nicht wohl entscheiden.

nicht unwahrscheinlich, da solche leicht oxydirbare Körper auf der Erde in sehr grosser Menge, freilich nicht mehr in regulinischer Gestalt, sondern in einem bereits oxydirten Zustande vorkommen, also auch auf der Sonne existirend angenommen werden können, da nach unserer Ansicht die Erde selbst aus der Sonne entsprungen ist und einen Verbrennungs-Prozess erlitten hat, und da es überhaupt keinen Grund gibt anzunehmen, dass die Stoffe, welche unser Planet darbietet, nicht auf andern Weltkörpern vorkommen sollten. Ferner kann das Wasser sehr leicht zersezt werden, wenn es mit einfachen Schwefelmetallen in Berührung und Wechselwirkung kömmt, indem alsdann die Metalle sich leichter mit dem Sauerstoffe des Wassers verbinden, wobei der Wasserstoff frei wird, sich mit Schwefel verbindet und sofort als Schwefelwasserstoffgas erscheint. Eine solche Entwickelung von Wasserstoffgas kann sehr leicht und häufig statt finden, da die Verbindungen von Schwefel mit Metallen in der Natur sehr häufig vorkommen. Namentlich finden sich die Verbindungen von Eisen mit Schwefel sehr häufig, wie z. B. im Leberkies, Magnetkies, Schwefelkies u. s. w. Was hierbei sehr wichtig ist und wohl beachtet werden muss, ist der Umstand, dass durch die chemische Wechselwirkung von Schwefel, Eisen und Wasser sehr leicht eine Selbstentzündung entsteht, wie dieses sich schon daraus ergibt, dass ein angefeuchtetes Gemenge von Schwefelblumen und Eisenfeile, welches mit etwas Erde bedeckt worden, sich nach einiger Zeit von selbst entzündet und dann die Erscheinung eines künstlichen feuerspeienden Berges gewährt. Dieses gewinnt eine noch grössere Wichtigkeit dadurch, dass nach den Erfahrungen von *Boussingault*, welcher in den zwischen dem Aequator und dem 5° n. B. liegenden Vulkanen Amerikas, namentlich in den Kratern des Tolima, Purace, Pasto, Tuqueres und des Cumba seine Untersuchungen anstellte, die aus den Vulkanen sich entwickelnden Gasarten Schwefel- und Kohlenwasserstoffgas

sind, und dass dieselben Gasarten auch in den warmen Quellen daselbst vorkommen, ferner dass das Wasserstoffgas in Verbindung mit Schwefel oder Kohlenstoff überhaupt sehr häufig in der Natur gefunden wird, namentlich in unterirdischen Höhlen, in Bergwerken und bei dem Bohren artesischer Brunnen.

3) Die Zersetzung des Wassers und selbst der gesammte Verbrennungsprozess auf der Sonne könnte auch dadurch sehr befördert werden, dass die festen Körper der Sonnenoberfläche gemäss der ungeheuren Hitze, welcher sie fortwährend ausgesezt sind, sich beständig in einem glühenden Zustande befinden, dass auch das Wasser durch die Glühhitze sehr häufig in Dämpfe verwandelt wird, welche sofort, wenn sie mit glühenden oxydirbaren Körpern in Berührung kommen, sehr leicht und schnell zersezt werden können, so wie z. B. die Wasserdämpfe, welche in der Glühhitze mit Kohlen, Eisen, Mangan oder Zink in Berührung kommen, augenblicklich zersezt werden, indem alsdann der Sauerstoff des dampfförmigen Wassers sich desto leichter mit Eisen, Kohlen, Mangan oder Zink verbindet, und so den Wasserstoff als Gas frei lässt. So kann z. B. ein Steinkohlenfeuer durch leichtes Besprengen mit Wasser beträchtlich verstärkt werden, wenn das Wasser in der Glühhitze in Dampf verwandelt und zersezt wird, indem der Sauerstoff desselben sich mit dem Kohlenstoff verbindet und der Wasserstoff als Gas verbrennt. Das Wasser kann nicht nur durch die bisher genannten Stoffe, sondern auch durch andere Körper in der Glühhitze zersezt werden, da die meisten Körper in einer mehr oder weniger starken Glühhitze sich oxydiren lassen. Auch ist zu erwägen, dass Oxydationen, Verbrennungen und Verflüchtigungen, welche wir vermittelst der durch Kunst gesteigerten Hitze kaum oder gar nicht zu Stande bringen, bei der unvergleichlich stärkeren Hitze auf der Sonne sehr leicht und schnell von statten gehen können.

Wie schon aus dieser Darstellung erhellet, gibt es eine Menge von Causalmomenten, welche bei dem Verbrennungs-Prozess auf und in der Sonne concurriren können, und woraus sowohl die Entstehung, d. h. die Selbstentzündung des Sonnenfeuers, wie auch die stete Fortdauer desselben abgeleitet werden kann. Was insbesondere die fortwährende Unterhaltung dieses Verbrennungs-Prozesses anbelangt, so ist noch folgendes zu bemerken: Gleichwie auf der Erde jedes Feuer sich selbst unterhält, so lange es noch neue Nahrung findet, so muss dieses auch auf der Sonne geschehen. Mag nun die Zersetzung des Wassers durch einen rein galvanisch-elektrischen Prozess, oder durch eine Oxydation von Metallen, Metalloiden u. s. w. geschehen, so kann diese eine unzählbare Reihe von Jahren fortdauern, bevor die ungeheure Masse von solchen zersetzenden Körpern auf der Sonne zur Zersetzung des Wassers unfähig werden kann. Ob die Zersetzung des Wassers, und somit der Verbrennungs-Prozess auf der Sonne jemals aufhören werde oder nicht, muss dahin gestellt bleiben, da man ebenso wenig Gründe dafür wie dagegen geltend machen kann. Ob die bei der Zersetzung des Wassers oxydirten Metalle, Metalloide u. dgl. auf der Sonne auf irgend eine Weise wieder desoxydirt werden, lässt sich weder geradezu behaupten noch leugnen; es wäre jedoch möglich, da auch das durch Verbrennung mit dem Sauerstoffgase oxydirte Wasserstoffgas wieder desoxydirt werden kann, und da der Wasserstoff auch im Stande ist in der Glühhitze viele Metalloxyde, (Eisen-, Kupferoxyd u. a.) Säuren, schwefelsaure Salze u. s. w. zu reduziren, indem er ihnen den Sauerstoff entzieht und Wasser bildet, wie von *Berzelius*, *Pagenstecher*, *Rose* u. A. gezeigt worden ist. So viel liesse sich demnach wohl annehmen, dass der Verbrennungs-Prozess auf und an der Sonne nicht wegen Mangel an Wasser oder an oxydirbaren Stoffen aufzuhören brauchte. Eine Abnahme der Masse der Sonne ist sehr unwahrscheinlich; denn das

Product der Verbrennung, sey es nun das durchs Verbrennen von Wasserstoff- und Sauerstoffgas entstandene Wasser, oder sei es, wenn man lieber einen andern Verbrennungs-Prozess annimmt, ein anderes Product, muss immer wieder zur Sonne zurückkehren, da dieser Centralkörper, gemäss der Grösse seiner Masse, alle übrigen in seinem Gebiete befindlichen Weltkörper an Attractionskraft so sehr überwiegt, dass diese keinen ponderabelen Stoff ihm entziehen können. Ja die Masse der Sonne kann im Gegentheil sogar noch zunehmen, da der Sauerstoff der Sonnenatmosphäre durch den Verbrennungs-Prozess aufgezehrt und sammt dem Producte desselben mit der Sonnenmasse vereinigt wird. So sehr aber auch die Sonnenatmosphäre durch diesen Verbrennungs-Prozess verzehrt werden mag, so wird sie doch immer im Stande sein, denselben zu erhalten, da sie den nöthigen Ersatz fortwährend aus dem Weltenraume beziehen kann; denn es lässt sich wohl annehmen, dass Luft durch den ganzen Weltenraum verbreitet sei, da der Widerstand, welchen die Weltkörper, namentlich die Kometen, in dem Weltraume erfahren, auf das Vorhandensein von Luft hindeutet, und da man auch an allen Weltkörpern, welche der Erde nahe genug kommen, so dass man sie mit Fernröhren gehörig untersuchen kann, besondere Atmosphären beobachtet hat.

§. 25.

Ueber die Entstehung unseres Sonnensystems und des gesammten Weltalls überhaupt.

Hierüber lassen sich bloss Vermuthungen aufstellen, welche sammt und sonders bloss einen hypothetischen Werth haben, und nur nach Maasgabe ihrer grösseren oder geringeren Wahrscheinlichkeit zu schätzen und gegen einander abzuwägen sind. Unter allen solchen Hypothesen wird diejenige den Vorzug verdienen, welche die einfachste ist, am wenigsten voraussezt, die Entstehung der wirklich existirenden, durch Beobachtung und Erfahrung

erkannten Verhältnisse unseres Sonnensystems, wie auch die fortschreitenden Veränderungen derselben am schönsten erklärt, keinem bekannten Naturgesetze widerspricht, im Gegentheil sich auf solche stützt, auch wohl durch andere Naturerscheinungen und Erfahrungen bestärkt wird, kurz diejenige Hypothese wird als die beste gelten, welche am meisten Wahrscheinlichkeit für sich hat.

So viel scheint wohl gewiss zu sein, dass unser Sonnensystem, wie wir es gegenwärtig finden, nicht von Ewigkeit her in diesem Zustande existirt habe, sondern dass es mit und in der Zeit so geworden sei, und zwar durch einen Naturprozess, d. h. durch die Wirkung von Naturkräften. Es lässt sich aber nicht wohl annehmen, dass unser Sonnensystem, wie auch das gesammte Weltall überhaupt, nur von ungefähr durch irgend einen schönen Zufall so geworden sei; sondern viel vernünftiger ist es zu glauben, dass ein höchst weiser Schöpfer sei, welcher dem ganzen Universum das Dasein und zugleich die Bestimmung und Fähigkeit gegeben habe, vermöge der von demselben ihm mitgetheilten Kräfte und gemäss der vorgeschriebenen höchst weisen und schönen Gesetze, sich fernerhin selbst zu entwickeln, mannichfaltig zu gestalten und stufenweise höher auszubilden. Nur unter dieser Voraussetzung wage ich es, über den Hergang, welcher bei der Entwickelung des gesammten Weltalls und bei der Entstehung unseres Sonnensystems vielleicht statt gefunden hat, meine Vermuthung hier auszusprechen.

Die merkwürdigen Beziehungen, welche in unserm Sonnensysteme obwalten (§. 2.), leiten uns zu der Vermuthung, dass die Monde ursprünglich aus ihren respectiven Centralkörpern, d. h. den Planeten, und dass diese ebenso aus der Sonne entsprungen seien. Und wenn die Sonne selbst wieder einem grösseren, höheren Centralkörper untergeordnet ist, wie sie es zu sein scheint, so ist auch zu vermuthen, dass sie aus demselben entsprungen sei. Wenn man ferner annehmen dürfte, dass auch

derjenige Centralkörper, welchem unsere Sonne untergeordnet sein mag, selbst wieder einem andern höheren Centralkörper unterworfen sei, und dass es sofort von Stufe zu Stufe weiter gehe, so dass sämmtliche Weltkörper in höchster Instanz durch einen einzigen unermesslichen Centralkörper beherrscht würden, und dass also das gesammte Weltall ein harmonisches Ganze, ein einziges Universalsystem darstelle, so liesse sich auch vermuthen, dass, gleichwie unsere Sonne aus einem grösseren Körper entsprungen sein kann, dieser selbst auch von einem andern höhern Centralkörper abstammen, und dass sofort die ganze Reihe von geringeren und höheren, subordinirten und coordinirten Weltkörpern aus einem einzigen unermesslichen Ureentralkörper hervorgegangen sein könne, und dass demnach anfangs nur eine einzige Masse von Materie existirt habe. Es wäre aber auch wohl möglich, dass es verschiedene von einander ganz unabhängige Weltsysteme gäbe, wenn sie nämlich so weit von einander entfernt wären, dass sie durch Anziehung wenig oder gar nicht auf einander einwirken könnten. Unter dieser Voraussetzung hätte die Materie des Weltalls in verschiedenen, unermesslich weit von einander entfernten Massen vertheilt sein können, und es wäre dann in jedem isolirten Weltsysteme ein ähnlicher Entwickelungsprozess anzunehmen, wie derjenige, welcher in unserm Sonnensysteme statt gefunden zu haben scheint. Wir kommen nun zur Erörterung der Art und Weise, wie der Entwickelungsprozess des gesammten Weltsystems und unsers Sonnensystems etwa erfolgt ist.

Vulkanischer Prozess im Innern der Weltkörper. Wahrscheinlich war die vereinigte Masse der Weltkörper anfangs ein unordentliches Gemisch aus verschiedenen Stoffen, Metallen, Metalloiden u. s. w. und aus Wasser, so dass das Ganze weich oder selbst mehr oder weniger flüssig war. Im Laufe der Zeiten entstand zwischen den verschiedenen Elementarstoffen eine chemische Wechselwirkung,

welche nach und nach an Intensität und Extensität zunahm, und vorzüglich in dem Innern der Weltkörper sehr bedeutend werden konnte, weil da die verschiedenen Stoffe in einer innigeren Berührung und Wechselwirkung standen, und weil die Wärme, welche sich hierbei entwickelte, die Temperatur immer höher steigern, und somit auch selbst den chemischen Prozess immer mehr befördern konnte. Bei dem gewaltigen chemischen Prozess in dem Innern der Weltmasse wurde eine grosse Menge Wassers zersezt, indem der Sauerstoff desselben sich mit leicht oxydirbaren Substanzen verband, wobei der Wasserstoff frei wurde und in Gasform überging. Durch diesen Prozess entstand eine grosse Hitze, so dass das leicht entzündliche Wasserstoffgas und andere verbrennliche Körper in Brand geriethen. Es entwickelten sich nun viele Dämpfe und Gase, welche sich mit grosser Gewalt auszudehnen strebten, und da besagter Verbrennungs-Prozess und mithin auch die chemische Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Stoffen an In- und Extensität immer mehr zunahm, so mussten auch die Gase und Dämpfe sowohl an Menge wie auch an expansiver Kraft immer mehr zunehmen, bis sie endlich eine ungeheure Gewalt erlangten und dadurch fähig wurden, die sie bedeckenden und einschliessenden Massen in die Höhe zu sprengen und also heftige vulkanische Explosionen hervorzubringen. Durch solche vulkanische Explosionen wurden grosse Massen losgesprengt und in ungeheure Entfernungen fortgeschleudert *). Da die weggeschleuderten Massen die

*) Dass Wasserdämpfe und verschiedene Gasarten bei einer äusserst heftigen Erhitzung im Stande seien, so gewaltige Explosionen hervorzubringen, ist wohl begreiflich, wenn man erwägt, wie sehr ihre expandirende Kraft durch die Hitze gesteigert werden kann. So z. B. besizt nach *Schmidt* (s. dessen Naturlehre II. S 698.) der bis zum Siedepunct des Merkurs (= 284° R.) erhizte Wasserdampf eine Spannung, welche dem 15,436 fachen Drucke der Atmosphäre gleichkommt, so

nämlichen Stoffe enthielten, wie die Urmasse, wovon sie losgesprengt worden, so musste auch in ihnen der nämliche chemische Prozess, die Gaserzeugung und Feuerentwickelung statt finden, musste also auch die nämlichen Wirkungen, d. h. vulkanische Explosionen hervorbringen, mithin auch wieder grössere oder kleinere Massen lossprengen und in grössere oder kleinere Entfernungen fortschleudern. Auf solche Weise konnten also durch wiederholte vulkanische Explosionen aus dem Urcentralkörper eine unzählige Menge von verschiedenen, einander theils coordinirten, theils subordinirten, grösseren und kleineren Centralkörpern, wie z. B. die sogenannten Fixsterne oder Sonnen entspringen, aus diesen ebenso die Kometen und Planeten, und aus lezteren wieder mehr oder weniger Monde hervorgehen.

Verbrennungs-Prozess auf der Oberfläche der Weltkörper. Eine Entzündung und Verbrennung konnte nicht nur im Innern der Weltmassen, sondern auch an der Oberfläche derselben statt finden. Wenn die leicht oxydirbaren Metalle und Metalloide, wie z. B. Kalium, Natrium u. s. w. und vielleicht noch viele ähnliche, noch leichter oxydirbare Körper (deren Reduction uns bisher noch nicht

---

dass dergleichen Dampf auf einen Quadratfuss Fläche mit einer Kraft von 342,833 Centnern wirkt. Nach *Parrot's* Berechnungen sind Wasserdämpfe bei einer Temperatur von 1400° R. im Stande, eine mehr als 200,000 Trillionen Klafter hohe Lavasäule zu heben. (s. Handbuch der Meteorologie von *Kastner* Bd. I. S. 66.) Demnach könnten die Wasserdämpfe und andere Gasarten eine ungeheure Kraft erlangen, wenn sie bis zu derjenigen Temperatur erhizt würden, wo Platina schmilzt und selbst sich verflüchtigt, oder wenn die Hitze gar bis zu der enormen Höhe von 500,000,000° R. stiege, welche nach *Gruithuisen* in der sichtbaren Oberfläche der Sonne statt finden soll. Es erhellet also, dass durch die Explosionen von äusserst erhizten Wasserdämpfen und andern Gasarten ungeheure Massen in ungeheure Entfernungen fortgeschleudert werden können.

gelungen ist), in den äussersten obersten Schichten dieser Weltmassen sich befanden und mit dem Wasser in Berührung standen, so konnten sie eine Selbstentzündung und einen äusserst heftigen Verbrennungs-Prozess hervorbringen. Ebenso konnten auch viele andere Stoffe, durch ihre chemische Wechselwirkung mit einander und mit dem Wasser, eine grosse Menge von brennbaren Gasen entwickeln, und somit einen grossen Beitrag zur Beförderung und Unterhaltung des Verbrennungs-Prozesses daselbst liefern. Namentlich konnten solche brennbare Gase aus dem Innern jener Weltkörper durch die Oeffnungen der Vulkane hervorströmen, und sofort an der Oberfläche und in der Atmosphäre derselben verbrennen. Auf solche Weise entstand der Verbrennungs-Prozess auf unserer Sonne, welcher vermöge derselben chemischen Wechselwirkung zwischen verschiedenen Stoffen noch heut zu Tage fortdauert und uns mit Wärme und Licht versieht (§§. 21. u. 22.); ebenso konnte auch auf den andern Weltkörpern unsers Sonnensystems, d. h. auf den Kometen, Planeten und Monden, in früheren Zeiten ein Verbrennungs-Prozess statt gefunden haben, welcher aber früher erlosch, weil er, gemäss der kleineren Masse dieser Körper, eine geringere Menge von Brennmaterial vorgefunden, und dieselbe schneller verzehrt hatte, so dass ein Mangel an den zur Erhaltung des Verbrennungs-Prozesses nöthigen Stoffen früher eintreten musste. Dass auf unserm Planeten ein solcher Verbrennungs-Prozess in früheren Zeiten statt gefunden habe, dafür spricht auch die grosse Menge von oxydirten Stoffen, welche man auf und in der Erde findet, indem die festen Theile derselben wenigstens zur Hälfte aus Sauerstoff bestehen, so dass die übrigen Bestandtheile kaum die andere Hälfte ausmachen*). Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass gerade die oxydirten Stoffe meistens in den mehr oberflächlichen äusseren Schichten der Erde

*) S. *Gmelin's* Chemie Bd. I. S. 200 d. n. A.

vorkommen und in grösserer Tiefe mehr abnehmen, und dagegen häufiger unoxydirte Körper, z. B. verschiedene Metalle in regulinischer Form gefunden werden.

§. 24.

Ueber die Bildung unseres Sonnensystems ins Besondere.

Was die Entstehung der Weltkörper unseres Sonnensystems, die Bewegung und Gestaltung derselben und ihre merkwürdigen Beziehungen zu einander anbelangt, soll nun etwas näher erörtert werden.

Rotation und Gestaltung der Sonne. Vermöge des ungeheuren chemischen Prozesses welcher auf der Sonne statt fand, musste diese in Bewegung gerathen und sich um ihre Axe drehen. (§. 20.) Diese Rotation konnte selbst noch durch die vulkanischen Explosionen, welche daselbst statt fanden, sehr befördert werden, da die explodirenden Dämpfe und Gase mit derselben Kraft, womit sie einzelne Massen fortschleuderten, auf die Sonne selbst zurückwirken mussten.

Da der Sonnenkörper anfangs weich, mehr oder weniger flüssig war, so strebte er eine kugelförmige Gestalt anzunehmen; da er aber auch sich mit einer grossen Schnelligkeit um seine Axe drehte, so musste die Masse desselben sich gegen den Aequator hin mehr anhäufen, so dass der Aequatorialdurchmesser beträchtlich grösser als der Polardurchmesser, und somit die Gestalt der Sonne nicht genau kugelrund, sondern etwas elliptisch werden musste.

Vulkanische Explosionen auf der Sonne. Entstehung der Kometen und Planeten. Die vulkanischen Explosionen, welche auf der Sonne statt fanden, waren nicht alle an Extensität und Intensität einander gleich, sondern sowohl an Umfang wie auch an Gewalt sehr verschieden, so dass dadurch bald grössere, bald kleinere Massen losgesprengt und in grössere oder geringere Entfernungen von der Sonne weggeschleudert werden konnten. Die Anzahl der kleineren Massen musste übrigens beträchtlicher sein als die der

grossen, weil bei jeder Explosion, wodurch eine grosse Masse losgesprengt wurde, zugleich auch mehre kleinere losgerissen und fortgeschleudert werden konnten. Daher kömmt es, dass die Anzahl der kleineren Weltkörper viel beträchtlicher ist, als die der grossen, dass z. B. die Anzahl der Kometen die der Planeten weit übersteigt, und dass es selbst mehr kleine Planeten gibt als grosse. — Die Entfernung, in welche die einzelnen Massen von der Sonne fortgeschleudert wurden, war sehr verschieden. Die Momente, wovon die Grösse dieser Entfernung abhing, sind: 1) die Stärke der explodirenden Gewalt, 2) die Grösse der fortgeschleuderten Massen und 3) die Richtung, in welcher diese Massen von der Wurfkraft getroffen wurden. Eine Masse konnte bei übrigens gleichen Verhältnissen am weitesten von der Sonne fortgeschleudert werden, wenn die Richtung der Wurfkraft mitten durch den Schwerpunct dieser Masse ging, und im Gegentheil konnte sie desto weniger weit wegfahren, je mehr die Richtung der Wurfkraft von dem Schwerpuncte derselben abwich. Es lässt sich wohl annehmen, dass eine Explosion, welche an Ex- und Intensität sehr bedeutend war, verhältnissmässig grosse Massen von der Sonne loszusprengen und weit wegzuschleudern vermochte, und dass im Gegentheil eine geringe Explosion nur kleine Massen lossprengen und weniger weit wegschleudern konnte. Dieser Annahme entspricht die Erscheinung, dass überhaupt die grösseren Planeten sich in grösseren Entfernungen von der Sonne befinden, als die kleineren. Bei gleichen Verhältnissen der Wurfkraft und ihrer Richtung aber konnten kleine Massen leichter, schneller und weiter von der Sonne weggeschleudert werden, als grosse Massen; daher kömmt es auch, dass die Sonnenferne der Kometen meistens viel grösser ausfiel, als die der Planeten, und dass auch mitunter kleinere Planeten weiter von der Sonne weggeschleudert wurden, als grössere. — Die Richtung, in welcher die losgesprengten Massen von der Sonne wegfuhren,

konnte ebenfalls sehr verschieden sein: 1) je nachdem die Orte, wo die Explosionen statt fanden, verschieden waren, und 2) je nachdem besagte Massen in einer perpendiculären oder schiefen Richtung von der Sonne weggeschleudert wurden. Die meisten und bedeutendsten Explosionen haben wahrscheinlich in der Nähe des Aequators der Sonne statt gefunden. Dieses lässt sich wohl desshalb vermuthen, weil die Richtung der Rotation darauf hindeutet, dass der chemische Prozess im Innern und an der Oberfläche der Sonne in der Nähe des Aequators am stärksten gewesen sei, und weil die Masse der Sonne daselbst am meisten angehäuft war; ferner, weil die Planeten alle nur wenig von der Ebene des Sonnenäquators abweichen, und endlich, weil die Sonnenflecken meistens in der Nähe des Sonnenäquators erscheinen. (S. 104.) Uebrigens können auch Explosionen in grosser Entfernung von dem Aequator, und selbst in der Nähe der Pole statt gefunden haben; und daher mögen vielleicht vorzüglich diejenigen Kometen entstanden sein, deren Bahnen die Ebene des Sonnenäquators unter sehr grossen Winkeln durchschneiden. Die von der Sonne losgesprengten Massen konnten in einer perpendiculären oder in einer schiefen Richtung wegfahren, je nachdem die Richtung der Projektivkraft mitten durch den Schwerpunct derselben, oder schief daran vorbeigegangen war. Es lässt sich wohl denken, dass bei in- und extensiv bedeutenden Explosionen, wodurch mehrere Massen zugleich von der Sonne losgesprengt wurden, einige mehr in perpendiculärer, andere mehr in schiefer Richtung fortgeschleudert worden seien. Es ist auch begreiflich, dass die grösseren Massen mehr in perpendiculärer Richtung, die zugleich mit und neben ihnen losgesprengten kleineren Massen aber mehr in schiefer Richtung fortgeschleudert werden konnten. Die in schiefer Richtung fortgeschleuderten Massen konnten nach verschiedenen Seiten hin, z. B. nach Norden, Osten, Süden und Westen fortfahren. Die in perpendiculärer Linie fortgeschleuderten Massen

konnten auch nach verschiedenen Richtungen wegfahren, weil die Richtung der perpendiculären Linie an verschiedenen Stellen der Sonnenoberfläche sehr verschieden ist; denn die perpendiculäre Linie fällt unter dem Aequator mit der Ebene desselben genau zusammen, weicht aber in allen Graden der nördlichen und südlichen Breite davon ab, und zwar um so weiter, je mehr die Breite zunimmt, so dass sie endlich an den Polen auf der Ebene des Aequators senkrecht steht. Demnach hätten also nur diejenigen Massen, welche genau unter dem Aequator der Sonne entsprungen und senkrecht fortgeschleudert worden wären, in der Ebene desselben bleiben können; die anderen in den verschiedenen Graden der nördlichen und südlichen Breite entsprungenen Massen aber mussten, gemäss der Divergenz ihrer perpendiculären Linie, sich von der Ebene des Sonnenäquators entfernen, und zwar um so mehr: 1) je grösser die Breite war, wo sie entsprangen, und 2) je weiter sie von der Sonne selbst wegfuhren. Die von der Sonne fortgeschleuderten Massen konnten jedoch nicht ganz allein der ihnen durch die explodirende Gewalt mitgetheilten Projektivkraft folgen; weil die Rotation der Sonne auf die Bewegung und Richtung jener Massen mehr oder weniger Einfluss haben konnte, wie sich aus Folgendem ergeben wird. Da die Sonne sich mit grosser Schnelligkeit um ihre Axe drehte, so konnten auch die Massen, welche von ihr losgesprengt wurden, diese ursprüngliche Bewegung mit mehr oder weniger Kraft fortsetzen, und demnach in der Richtung der Rotation der Sonne fortfahren, und namentlich war dieses der Fall bei den grösseren Massen, weil sie gemäss ihres grösseren materiellen Gehaltes, ein stärkeres Beharrungsvermögen besassen, und folglich auch ihre bisherige Bewegung in der Richtung der Rotation der Sonne mit mehr Ausdauer fortsetzen konnten. Bei den kleineren Massen aber, welche ein geringeres Beharrungsvermögen besassen, konnte diese ursprüngliche Rotationsbewegung durch die gewaltige Wirkung der vulkanischen

Projektivkraft sehr vermindert, oder auch gänzlich aufgehoben werden, und zwar namentlich bei solchen Massen, welche durch die Projektivkraft in einer von der Rotation der Sonne sehr abweichenden, oder gar in einer entgegengesezten Richtung mit grosser Kraft und Schnelligkeit fortgeschleudert wurden. Daher kam es, dass die grösseren Massen, welche sich zu Planeten gestalteten, alle in der Richtung der Rotation der Sonne fortfuhren, und dass die kleineren Massen, welche die Kometen abgaben, nach allen Seiten in verschiedenen Richtungen fortfahren konnten.

Besagte Massen konnten nicht unendlich weit von der Sonne wegfahren, sondern wurden, je nachdem sie mit einer grösseren oder geringeren Kraft und Schnelligkeit fortgeschleudert worden waren, in einer grösseren oder geringeren Entfernung von der Sonne vermöge ihrer Attractionskraft zurückgehalten, und mussten sofort, gemäss der gleichzeitigen Wirkung dieser beiden Kräfte, um die Sonne herumlaufen, und zwar in denjenigen Richtungen, in welchen sie ihre Laufbahn begonnen hatten. Die grösseren Massen, welche die bei ihrem Ursprunge ihnen eigenthümliche, von der Rotation der Sonne herrührende Bewegung noch fortsetzen konnten, wie z. B. die Planeten, mussten demnach in der Richtung der Rotation der Sonne herumlaufen, während die kleineren Massen, welche der ihnen durch die explodirende Gewalt mitgetheilten Projektivkraft folgten, wie die Kometen, nach allen Richtungen um die Sonne laufen konnten *).

---

*) Es lässt sich wohl denken, dass nicht alle Massen, welche auf erwähnte Weise von der Sonne weggeschleudert worden sind, auch fortwährend bis auf unsere Zeit um dieselbe herumliefen; denn diejenigen Massen, welche nicht weit genug von der Sonne weggeschleudert worden waren, mussten wieder zur Sonne zurückfallen, und zwar entweder gleich nach der Explosion, wenn ihre Entfernung von der Sonne nur sehr gering gewesen war, oder erst nach einem längeren Zeitraume, wenn die Entfernung und die Richtung, wohin sie

Elliptische Gestalt der Bahnen der neuen Weltkörper. Die Bahnen, welche die neuen Weltkörper um die Sonne zu beschreiben genöthigt waren, konnten nicht vollkommen kreisrund sein, sondern mussten mehr oder weniger elliptisch werden. Denn da die Projektiv- und Centrifugalkraft dieser Körper, welche anfangs bei ihrem Ursprung sehr stark vorwaltete, bei der grossen Entfernung von der Sonne in einem grösseren Verhältnisse abnahm als die Centripetalkraft (§. 10.), so musste diese nach und nach relativ stärker, und somit endlich selbst überwiegend werden und die Weltkörper wieder näher zur Sonne hintreiben, und zwar um so näher, je mehr die Projektiv- oder Centrifugalkraft jener Körper durch ihre grosse Entfernung von der Sonne erschöpft worden war, und je mehr die Centripetalkraft in der Folge durch den fortgesezten Fall gegen die Sonne verstärkt werden konnte. Die Excentricität der Bahnen musste bei jenen Körpern, welche an Umfang und materiellem Gehalte klein, und in ver-

---

geschleudert worden, so günstig waren, dass sie vermöge ihrer Tangentialkraft eine längere Zeit hindurch um die Sonne herumlaufen konnten. Die Anzahl derjenigen Massen, welche weit genug von der Sonne weggeschleudert worden waren, und mit einer hinreichenden Schnelligkeit um dieselbe herumliefen, konnte ferner auch im Laufe der Zeiten nach und nach beträchtlich abnehmen, wenn nämlich mehre solcher Massen während ihres Umlaufes um die Sonne einander so nahe kamen, dass sie sich gegenseitig anziehen und mit einander zu einer grösseren Masse vereinigen konnten. Auf diese Weise konnten namentlich kleinere Massen von grösseren angezogen und mit ihnen vereinigt werden. Wenn solche Vereinigungen in unserer Zeit nicht mehr vorkommen, so mag dieses wohl davon herrühren, dass die Weltmassen seit jener Zeit, wo sie entstanden sind, d. h. seit mehren Jahrtausenden, ihren Umlauf schon so oft wiederholt haben, dass diejenigen, deren Bahnen nicht weit von einander entfernt waren, und welche demnach einander nahe kommen konnten, schon längst einmal zusammengetroffen und gegen einander gestürzt sind.

hältnissmässig sehr grosse Entfernungen von der Sonne weggeschleudert worden waren, grösser ausfallen als bei denjenigen, welche im Verhältnisse zur Grösse ihres Umfanges und materiellen Gehaltes sich nicht so weit von der Sonne entfernt hatten; denn je weiter ein Körper von der Sonne weggeschleudert worden war, d. h. je weiter er das Gebiet oder die Wirkungssphäre der Tangential- und Centrifugalkraft der Rotation der Sonne (§§. 10. u. 12.) überstiegen hatte, um so mehr musste er späterhin in dem folgenden Theile seiner Laufbahn sich der Sonne wieder nähern. Aus diesem Grunde wurde die Bahnexcentricität bei den Kometen ausserordentlich gross, so dass dieselben sehr weit ausgedehnte Ellipsen um die Sonne beschreiben, in ihrem Aphelium sehr weit von der Sonne wegfahren und in ihrem Perihelium wieder sehr nahe zu ihr zurückkommen konnten *).

Fortwährende Bewegung der Kometen. Wenn die Kometen die bei ihrem Ursprunge ihnen durch die explodirende Gewalt mitgetheilte Projectiv- und Centrifugalkraft in ihrer grössten Entfernung von der Sonne

*) Der Umstand, dass die Weltkörper seit ihrer Entstehung bis auf gegenwärtige Zeit fortwährend in elliptischen Bahnen um die Sonne laufen, hatte gewiss einen grossen Einfluss auf die Oberfläche derselben. Es ist einleuchtend, dass die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf die Oberfläche der Weltkörper in der Sonnennähe verhältnissmässig stärker sein muss, als in der Sonnenferne, und zwar um so mehr, je grösser der Unterschied zwischen beiden Entfernungen ist, was besonders bei den Kometen sehr deutlich erscheint. Auch die Anziehung der Sonne hat einen wesentlichen Einfluss, nämlich auf die Bildung der Oberfläche der grossen Weltkörper, der Planeten, und auf die Vertheilung des Wassers auf denselben. Da die Anziehung der Sonne in dem Perihelium verhältnissmässig stärker ist als in dem Aphelium, so muss sie auf demjenigen Theile des Planeten, welcher während des Periheliums der Sonne zugewendet ist, stärker ausfallen, als auf dem, welcher während des Apheliums derselben zugewendet ist.

gänzlich verloren hätten, so hätten sie sogleich vermöge der Centripetalkraft in perpendiculärer Richtung wieder auf und in die Sonne zurückfallen müssen; da jene Projektiv- und Centrifugalkraft aber beständig mit einer gewissen, wenn gleich geringen Stärke fortwirkte, so konnten diese Körper nicht ganz senkrecht niederfallen, sondern mussten während ihres Falles eine krumme Linie um die Sonne beschreiben. Da nun durch den lange fortgesezten Fall die Bewegung der Kometen immer mehr beschleunigt wurde, so musste auch ihre Schwung- und Tangentialkraft, vermöge welcher sie eine krumme Linie um die Sonne beschrieben, wieder zunehmen (§. 8.), und zwar dermaasen, dass die Kometen sich wieder von der Sonne entfernen mussten.

Gleichwie das Pendel, welches auf der einen Seite niedergefallen ist, auf der andern Seite wieder aufsteigt, so können auch die Kometen, wenn sie auf der einen Seite aus der Höhe ihres Apheliums niedergefallen sind und ihren tiefsten Punkt im Perihelium erreicht haben, auf der andern Seite wieder aufsteigen und somit sich von der Sonne wieder entfernen. — Wahrscheinlich kann auch die gewaltige Wirkung der Sonnenhitze viel dazu beitragen, dass die Kometen, wenn sie während ihres Periheliums so nahe zur Sonne hingefahren sind, sich wieder soweit davon entfernen und zu ihrem Aphelium zurückkehren. Denn da die Masse der Kometen sehr klein ist, und während des Periheliums durch die ungeheure

---

Da nun das Wasser eines jeden Planeten vorzüglich dahin strömt, wo die Anziehung der Sonne am stärksten ist, so muss es sich mehr in jenem Theile anhäufen, welcher während des Periheliums der Sonne zugewendet und am nächsten ist. Daher scheint es also zu kommen, dass die südliche Hemisphäre der Erde vielmehr Wasser besizt als die nördliche, da, wie bekannt, erstere während des Periheliums, leztere aber während des Apheliums der Sonne zugewendet und am nächsten ist.

Sonnenhitze ausserordentlich weit ausgedehnt und aufgelockert wird, so lässt sich vermuthen, dass die Kometen in diesem Zustande durch die gewaltige Luftströmung, welche beständig von der Sonne ausgeht und sich eine ungeheure Strecke weit fortsezt, wirklich bewegt und vermöge der ihnen dadurch mitgetheilten Schwungkraft (§. 8.) in ungeheure Entfernungen von der Sonne fortgetrieben werden können, auf eine ähnliche Weise, wie bei einer grossen Feuersbrunst, durch die dabei statt findende aufsteigende Luftströmung, Funken, brennende Fruchtkörner, Hobelspäne und selbst grössere leichte Massen zu einer sehr beträchtlichen Höhe und selbst weit über das Gebiet der Luftströmung fortgetrieben werden *). Demnach könnte also ein Komet desto weiter von der Sonne wegfahren: 1) je kleiner und lockerer seine Masse, und 2) je mehr er der Einwirkung der Sonnenhitze und der von der Sonne aufsteigenden Luftströmung ausgesezt gewesen wäre.

Es gibt übrigens noch ein Moment, welches auf diejenigen Kometen, die nicht zu weit von der Sonne entfernt sind, einen bedeutenden Einfluss ausübt; dieses ist nämlich die Tangential- und Centrifugalkraft, welche die Sonne gemäss ihrer Rotation allen nicht zu weit entfernten

---

*) Verfasser sah bei dem Brande eines Hauses, auf dessen Speicher viel Torf und anderes Brennmaterial angehäuft war, dass grosse Stücke Torf beinahe senkrecht mehre hundert Fuss hoch aufstiegen, daselbst einen Augenblick still standen, dann wieder herabfielen bis nahe an die Flammen, und nachdem ihr Fall daselbst durch die ihnen entgegenströmende Luft und Hitze gehemmt worden war, sich wieder sehr schnell erhoben und abermals zu der vorigen Höhe aufstiegen. Dieser Hergang wiederholte sich bei einer und derselben glühenden Masse mehrmals, bis sie entweder grösstentheils zerstört, oder bei wiederholtem Aufsteigen endlich von der vertikalen Richtung des brennenden Hauses soweit abgewichen war, dass sie nicht mehr in die von dem Feuer aufsteigende Luftströmung gerieth, sondern daneben herunterfiel.

Weltkörpern beständig mittheilt und in jedem Momente erneuert. Daher kömmt es, dass alle Planeten in der nämlichen Richtung um die Sonne laufen, in welcher diese sich um ihre Axe dreht; daher müssen auch diejenigen Kometen, welche sich nicht sehr weit von der Sonne entfernen, sondern beständig in der Wirkungssphäre der Rotation und Tangentialkraft der Sonne bleiben, wie z. B. der *Enke*'sche und der *Biela*'sche Komet, in der nämlichen Richtung, wie die Planeten, um die Sonne laufen. Die Sonne könnte vermöge dieser Tangentialkraft alle Kometen zwingen, in der nämlichen Richtung herumzulaufen, wenn dieselben immer in dem Gebiete, d. h. unter der Einwirkung und Herrschaft der Tangentialkraft (der Rotation und Circumtraction) der Sonne blieben; da aber die Kometen sich in ihrem Aphelium so ausserordentlich weit von der Sonne entfernen, und eine so lange Zeit hindurch entfernt bleiben, so sind dieselben während dieser ganzen Periode von der Rotation der Sonne unabhängig, und können nur während der kurzen Zeit, wo sie sich näher bei der Sonne befinden, einige Wirkung davon erfahren, und diese Wirkung muss im Ganzen gering und unbedeutend erscheinen, da die Kometen diesen kleinsten Theil ihrer Bahn mit einer ungeheuren Schnelligkeit durchlaufen. Jedoch lässt sich erwarten, dass jene Kometen, welche ihre Bahnen rechtläufig durchwandern, während des Periheliums vermöge der Rotation der Sonne in ihrer Bewegung befördert und dadurch mit einer grösseren Tangential- und Centrifugalkraft begabt werden, so dass sie nicht so nahe zur Sonne hinfahren müssen als die verkehrtläufigen Kometen, d. h. diejenigen, welche in entgegengesezter Richtung um die Sonne laufen. Denn da diese während ihres Periheliums durch die Rotation der Sonne in ihrer Bewegung nicht nur nicht befördert, sondern sogar noch gehemmt werden, so müssen sie gemäss ihrer geringeren Tangential- und Centrifugalkraft auch näher zur Sonne hinfahren.

Für diese Annahme spricht auch die Thatsache, dass bei dem rechtläufigen *Olbers*'schen Kometen vom Jahre 1815, welcher in seinem Aphelium 700 Millionen Meilen von der Sonne entfernt ist, das Perihelium 25 Millionen Meilen beträgt, da hingegen der verkehrtläufige *Halley*'sche Komet, dessen Aphelium nach *Klinkenberg* 723 Millionen oder nach *Damoiseau* 739 Millionen Meilen beträgt, in seinem Perihelium sich auf eine Distanz von 12 Millionen Meilen der Sonne nähert. — Da also die Centrifugal- und die Centripetalkraft beständig mit und gegen einander wirken, und periodisch abwechselnd an Stärke und Wirksamkeit ab- und zunehmen, so müssen die Kometen fortwährend um die Sonne laufen, und periodisch abwechselnd sich derselben nähern und wieder davon entfernen, je nachdem diese oder jene Kraft vorwaltet.

Gestaltung der Planetenbahnen. Die Bahnen der Planeten konnten nicht so sehr elliptisch ausfallen als die der Kometen, sondern sie mussten sich mehr der Kreisform nähern; denn da die Planeten, die ihnen von Ursprung an eigenthümliche Rotationsbewegung auch späterhin mit einer gewissen Kraft noch fortsezten (S. 121.), und auch nicht so weit von der Sonne weggeschleudert worden, sondern immer in dem Gebiete, d. h. unter der Einwirkung und Herrschaft der Tangentialkraft (der Rotation und Circumtraction) der Sonne geblieben waren, so konnten sie auch durch dieselbe mit einer fast gleichmässigen Stärke und Schnelligkeit beständig fortbewegt und in einer angemessenen, fast gleichmässigen Entfernung von der Sonne erhalten werden. (§. 13.)

Neigung der Planetenbahnen gegen die Ebene des Sonnenäquators. Die Erscheinung, dass die Planetenbahnen so nahe mit der Ebene des Sonnenäquators zusammenfallen, kömmt daher, 1) weil die Massen der Planeten in der Nähe dieser Ebene aus der Sonne entsprungen sind (S. 119.), und 2) weil sie mit der Tangential- und Centrifugalkraft zugleich auch eine bestimmte Tendenz nach der Ebene des Sonnen-

äquators erhalten haben. Die Planeten konnten nämlich in den verschiedenen Breitegraden, wo sie sich nach ihrem Ursprunge anfangs befanden, nicht immer verharren und mit der Ebene des Sonnenäquators parallel laufen, sondern sie mussten, da sie beständig von der Aequatorialgegend der Sonne vorzüglich stark angezogen wurden, gegen die Ebene des Sonnenäquators hinfahren, dieselbe unter einem grösseren oder kleineren Winkel durchschneiden, und sofort periodisch abwechselnd von einer Hemisphäre der Sonne zur andern übergehen. (§. 14.) Der Winkel, unter welchem die Ebene des Sonnenäquators durchschnitten wurde, konnte verschieden sein, je nachdem die Masse der Planeten und ihre Entfernung von der Sonne und von der Ebene ihres Aequators grösser oder kleiner war. Ein Hauptmoment, wovon zunächst die Grösse des besagten Winkels abhing, war das Verhältniss, worin die Planeten während ihres Umlaufes einer Seits in der Richtung der Rotation der Sonne, und anderer Seits in der Richtung gegen die Ebene des Sonnenäquators fortrückten; denn jener Winkel musste sehr klein ausfallen, wenn ein Planet in der Richtung der Rotation der Sonne sehr weit fortlief, während er gegen die Ebene des Sonnenäquators sehr wenig fortrückte, und im Gegentheil musste jener Winkel sehr gross ausfallen, wenn ein Planet in der Richtung der Rotation der Sonne nur wenig, gegen die Ebene des Sonnenäquators aber verhältnissmässig sehr weit fortlief. Demnach konnte besagter Winkel desto grösser ausfallen: 1) je weiter ein Planet von der Ebene des Sonnenäquators entfernt war, als er anfing gegen dieselbe hinzufahren, und 2) je schneller er gegen diese Ebene fortlief; im Gegentheil aber musste jener Winkel desto kleiner werden: 1) je weniger ein Planet ursprünglich von der Ebene des Sonnenäquators entfernt war, und 2) je langsamer er während seines Umlaufes gegen dieselbe fortrückte.

Rotation und Gestaltung der Planeten. Da die Planeten, welche einen beträchtlich grossen Durchmesser hatten,

mit einer grossen fast gleichmässigen Schnelligkeit in beinahe kreisförmigen Bahnen um die Sonne liefen, so mussten sie auch in der Richtung ihres Umlaufes sich um ihre Axe drehen (§. 17.) und zwar dergestalt, dass ihr Aequator nur wenig von der Ebene ihrer Bahn abweichen konnte. Da die Planeten anfangs mehr oder weniger flüssig waren wie die Sonne, woraus sie entsprangen, so konnten sie auch eine kugelförmige Gestalt annehmen, welche aber ebenfalls, wie die der Sonne, nicht vollkommen kugelrund ausfiel, sondern in Folge und gemäss der schnelleren oder langsameren Rotation mehr oder weniger modifizirt und elliptisch geformt wurde.

Vulkanische Explosionen auf den Planeten. Entstehung der Monde. Derselbe chemische Prozess, welcher im Innern der Sonne statt gefunden, und daselbst ungeheure vulkanische Explosionen hervorgebracht hat, konnte auch in den von derselben losgesprengten Massen, namentlich in den grösseren Planeten, statt finden und folglich auch ähnliche Wirkungen, d. h. vulkanische Explosionen hervorbringen*). So haben

*) Wenn in früheren Zeiten auch ein Verbrennungs-Prozess auf der Oberfläche der Planeten und namentlich auf der Erde statt gefunden hat, wie es nach den bereits (S. 115 u. f.) angegebenen Gründen wirklich der Fall zu sein scheint, so lässt sich auch vermuthen, dass durch die ungeheure Hitze, welche damals herrschte, eine grosse Menge von Stoffen in einem gasförmigen Zustande verflüchtigt worden sei, welche späterhin, nachdem das Feuer erloschen und eine Abkühlung erfolgt war, sich wieder mehr oder weniger verdichtet haben. Ein Theil davon behielt eine gasförmige Beschaffenheit, wie z. B. der Stick- und Sauerstoff nebst einer kleinen Quantität Kohlensäure, und blieb rings um die Erde als eine Atmosphäre ausgebreitet; ein anderer Theil wurde wieder tropfbar flüssig wie das Wasser, und bedeckte die Oberfläche der Erde bis zu einer beträchtlichen Höhe; manche Stoffe haben wahrscheinlich wieder eine starre Form angenommen, und sind als kleinere oder grössere Concremente, z. B. als Staub, Sand, als Stein- oder Metallmassen zur Erde niedergefallen. Hier-

z. B. auf der Erde sehr viele und gewaltige Explosionen statt gefunden, wodurch kleinere und grössere Massen von der Erde losgesprengt und in geringere oder grössere Entfernungen weggeschleudert wurden. Eine dieser Massen, welche hinreichend gross gewesen und weit genug weggeschleudert worden war, konnte nicht mehr auf die Erde zurückfallen, sondern musste als Trabant oder Mond fortwährend um dieselbe herumlaufen, und zwar in der nämlichen Richtung, in welcher diese sich um ihre Axe dreht; die übrigen von der Erde fortgeschleuderten Massen aber waren nicht im Stande, fortwährend um dieselbe herumzulaufen, sondern mussten wieder herunterfallen und zwar früher oder später, je nachdem ihre Grösse, ihre Entfernung von der Erde, die Richtung, in welcher sie fortgeschleudert worden, und die Rotation der Erde, für den Umlauf jener frei schwebenden Massen mehr oder weniger ungünstig war *). Dass auf der Erde ehemals sehr häufige

her gehören vielleicht mehre von denjenigen Massen, welche von Zeit zu Zeit vorgekommen, zuerst in grösserer oder geringerer Entfernung von der Erde als feurige oder dunkle Meteore sichtbar geworden, und nachher theils mit theils ohne Knall zur Erde niedergefallen sind, und welche daher sämmtlich Meteormassen oder nach ihren vorwaltenden Bestandtheilen Meteorsteine oder Meteoreisenmassen genannt werden. Die meisten Meteormassen scheinen jedoch vulkanischen Ursprungs zu sein, wie es sich bald zeigen wird.

*) Dass solche Massen wirklich zur Erde niedergefallen sind, lässt sich nicht wohl bezweifeln, wenn man die grosse Menge von Vulkanen auf der Erde und die eigenthümliche Beschaffenheit der Erdrinde und ihrer Oberfläche wohl berücksichtigt. Obgleich manche Massen, welche ursprünglich aus der Sonne oder aus einem andern Weltkörper hervorgeschleudert worden waren, später auf die Erde gefallen sein mögen (S. 121. *), und also zur Bildung der Erdrinde und namentlich der Gebirge viel beigetragen haben können, so lässt sich doch die Entstehung der meisten Berge von dem vulkanischen Prozesse im Innern der Erde herleiten. Durch die expansive Kraft der Dämpfe und Gase, welche sich bei dem vulkanischen Prozesse

und gewaltige vulkanische Explosionen statt gefunden haben, dafür sprechen die deutlichen Spuren von ungeheuren Um

---

in grosser Menge entwickelten, konnten ungeheure Massen der Erde aus der Tiefe bis zu einer beträchtlichen Höhe emporgehoben werden (S. 114.*), wie denn auch die Geschichte mehre Fälle erzählt, wo auf einmal ganze Berge und ebenso auch neue Inseln im Meere entstanden. Solche und noch viel bedeutendere Ereignisse konnten in den früheren Perioden der Bildung der Erde leichter und häufiger statt finden, weil damals der vulkanische Prozess im Innern derselben an In- und Extensität viel bedeutender gewesen sein muss. Ferner konnten auch viele Massen, welche früher durch vulkanische Explosionen von der Erde losgesprengt und in geringere oder grössere Entfernungen fortgeschleudert worden waren, nach kürzeren oder längeren Zeiträumen wieder zur Erde herunter fallen, und somit kleinere oder grössere Erhöhungen auf der Erdoberfläche bilden. — Die grossen Felsenblöcke und Steinmassen, welche man an vielen Orten auf der Erdoberfläche findet, wo sie sich nicht gebildet haben können, sind wahrscheinlich auch in früheren Zeiten durch vulkanische Explosionen in kleinere oder grössere Entfernungen von dem Orte ihres Ursprungs weggeschleudert worden und sodann wieder zur Erde gefallen. Hierher scheinen auch die grossen Gediegen-Eisenmassen zu gehören, welche man in verschiedenen Ländern, z. B. in Deutschland, Frankreich, Italien, Kroatien, Ungarn, Sibirien, Afrika und Amerika, auf der Oberfläche der Erde gefunden hat; so z. B. die auf 1400 russische Pfund geschätzte Eisenmasse, welche im Jahre 1772 in Sibirien von *Pallas* entdeckt wurde; ferner die auf 30,000 Pfund geschätzte Masse, welche in der südamerikanischen Provinz Chaco Gualamba aufgefunden und von *Rubin de Celis* 1782 untersucht worden ist; ebenso die verschiedenen 2000 bis 3000 Pfund schweren Klumpen Gediegen-Eisens, welche man in Mexico gefunden hat, nebst mehren kleineren in anderen Gegenden gefundenen Eisenmassen. Dass diese grossen Gediegen-Eisenmassen eigentlich vulkanischen Ursprungs seien, ist schon desshalb anzunehmen, weil sonst das Vorkommen derselben an der Erdoberfläche nicht wohl erklärt werden kann. Für diese Annahme spricht auch besonders noch der Umstand, dass jene Eisenmassen Schwefel enthalten, dass die natürlichen Ver-

wälzungen, welche die Erdrinde in allen Ländern, selbst bis zu einer sehr beträchtlichen Tiefe erlitten hat, wie

---

bindungen von Eisen und Schwefel im Innern der Erde sehr häufig vorkommen, und dass sie vulkanische Prozesse und somit auch Explosionen hervorzubringen vermögen. Wenn man alles dieses wohl erwägt, so wird man geneigt zu vermuthen, dass vermöge der vulkanischen Explosionen, welche im Innern der Erde durch die Wechselwirkung zwischen Schwefel, Eisen und Wasser hervorgebracht wurden, selbst auch grössere und kleinere Eisenmassen mit losgerissen und fortgeschleudert werden konnten. Hierher gehören wahrscheinlich auch die meisten Meteorsteine, welche gewöhnlich in grösserer oder geringerer Entfernung von der Erdoberfläche als sogenannte Feuerkugeln sichtbar werden, mit einer sehr grossen Schnelligkeit in verschiedenen Richtungen dahinfahren, und meistens mit einem heftigen Knalle in mehrere Stücke zerspringen und sofort zur Erde niederfallen. Die Feuererscheinung dieser Meteormassen hat wahrscheinlich die nämliche Grundlage und Ursache, wie der Verbrennungs-Prozess im Innern und auf der Oberfläche der Weltkörper; denn da in den Meteormassen die nämlichen Stoffe enthalten sind, welche in den Weltkörpern den vulkanischen Prozess, die Entstehung des Feuers und die Explosionen bewirken, so können sie auch ähnliche Wirkungen, d. h. Feuer und Explosionen hervorbringen. Jene Meteormassen enthalten nämlich alle mehr oder weniger Eisen und Schwefel, sind also im Stande eine beträchtliche Menge Wasserstoffgas zu erzeugen, indem das Wasser, welches sie bereits vorher in sich enthalten, oder zum Theil noch aus der Luft angezogen hatten, durch die chemische Wechselwirkung mit dem Schwefel und Eisen zersezt wird. Durch diesen chemischen Prozess entsteht zugleich eine beträchtliche Erhitzung der ganzen Masse, wodurch das äusserst brennbare Wasserstoffgas entzündet wird. Durch das Feuer wird die Zersezung des Wassers, d. h. die Erzeugung des Wasserstoffgases noch mehr befördert und somit auch selbst der Verbrennungs-Prozess gesteigert. Ferner kann das Feuer der Meteormassen auch dadurch vermehrt werden, dass der Schwefel zum Theil mitverbrennt und zum Theil in der Glühhitze sich mit dem Eisen chemisch verbindet und also Schwefeleisen

auch die geschichtliche Erfahrung, dass gewaltige vulkanische Ausbrüche früher in allen Erdtheilen statt gefunden haben und noch jezt von Zeit zu Zeit statt finden.

---

darstellt. — Bei diesem Zersezungs- und Verbrennungs-Prozess entstehen im Innern der Meteormassen brennbare Dämpfe und Gase, welche durch ihre Expansivkraft die sie umgebende Masse blasenförmig mehr oder weniger ausdehnen und öfters auch wirklich zersprengen. Daher erklärt sich die Erscheinung, welche man schon an mehren Feuerkugeln bemerkt hat, dass dieselben abwechselnd sich aufblähen und wieder zusammenziehen; ferner, dass aus dem Innern einer Feuerkugel durch verschiedene Spalten Rauch, Flammen und Funken hervordringen; und endlich, dass die Feuerkugeln öfters zersprengt werden, wobei die Stücke manchmal beträchtlich weit von einander wegfahren. Die Axendrehung der Feuerkugeln, welche schon mehrmals beobachtet worden ist, wird wahrscheinlich auch durch den Verbrennungs-Prozess bedingt, auf eine ähnliche Weise wie die Rotation der Sonne bewirkt und fortwährend unterhalten wird (§. 20). — Die Bewegung der Meteormassen scheint, ebenso wie die der Kometen, hauptsächlich von der Wurfkraft herzurühren, welche ihnen anfangs bei ihrem Ursprunge durch die explodirende Gewalt mitgetheilt worden ist, woher sich denn auch ihre ausserordentlich grosse Schnelligkeit sehr gut erklären lässt. Uebrigens kann die Bewegung und Richtung der Meteormassen mehr oder weniger modifizirt werden, theils durch den Widerstand des Mediums, worin sie sich bewegen, theils durch die in ihnen selbst erfolgenden Veränderungen, so z. B. wenn der Verbrennungs-Prozess auf der einen Seite der Meteormasse stärker ist als auf der andern, oder wenn elastische Dämpfe oder Gase mit grosser Gewalt nach einer einzelnen Seite explodiren. (Sehr viele Beobachtungen über die zur Erde herabgefallenen Stein- und Eisenmassen und die dabei statt gefundenen Erscheinungen findet man gesammelt in dem von *Chladni* mitgetheilten Verzeichnisse in *Gilbert's* Annalen der Physik; ferner in *Chladni's* Buche über Feuermeteore und über die mit denselben herabgefallenen Massen [Wien, 1820]; wie auch in mehren Jahrgängen des mineralogischen Taschenbuches von *Leonhard.*)

Für den vulkanischen Ursprung des Mondes spricht auch der vulkanische Charakter, welcher auf der ganzen Oberfläche desselben, namentlich in der eigenthümlichen Gestaltung der Gebirge und Thäler und anderer grosser Aushöhlungen, so deutlich ausgeprägt erscheint. Es ist nämlich zu vermuthen, dass der chemische Prozess, welcher in der Erde statt gefunden und vulkanische Explosionen hervorgebracht hat, auch in der durch eine solche Explosion von der Erde losgesprengten Masse des Mondes statt finden und ähnliche, wenn gleich an Ex- und Intensität geringere Wirkungen, d. h. vulkanische Explosionen hervorbringen konnte. Dieser Prozess scheint auch jezt noch auf dem Monde fortzudauern; denn mehre Beobachter haben in dem noch nicht erleuchteten Theile desselben ein so lebhaftes Licht wahrgenommen, dass es ihnen von einem vulkanischen Ausbruche herzurühren schien. Für diese Vermuthung spricht auch die Entstehung neuer Flecken, welche man auf der Oberfläche desselben beobachtet hat*).

Der nämliche Prozess, welcher ehemals in der Erde statt gefunden, vulkanische Explosionen bewirkt und dadurch selbst den Mond hervorgebracht hat, konnte auch in den andern grösseren Planeten, nämlich in dem Jupiter, Saturn und Uranus statt finden und ähnliche Wirkungen, d. h. Explosionen und Monde hervorbringen. Da diese drei Planeten an Masse und Umfang viel grösser waren als die Erde, so konnte auch der vulkanische Prozess in denselben extensiv und intensiv bedeutender sein, und daher auch mehr und stärkere Explosionen hervorbringen. Hieraus lässt es sich nun erklären, dass bei Jupiter, Saturn und Uranus die Monde in grösserer Anzahl entstanden sind, und dass mehre derselben an Masse und Umfang, wie auch in Betracht der Entfernung von ihren respectiven Centralkörpern, unsern Mond beträchtlich übertreffen.

---

*) *Laplace's* a. W. Th. I. S. 65.

Der grosse Ring, welcher frei um den Saturn schwebt, hat wahrscheinlich auch sein Dasein dem vulkanischen Prozesse im Innern des Saturns zu verdanken. Denn es wäre wohl möglich, dass durch den ungeheuren vulkanischen Prozess und in Folge der häufigen Explosionen in dem Innern des Saturns eine grosse Höhle entstanden wäre, dass sofort die grösste Masse des Saturns in diese Höhle zusammengestürzt, und dass nur die mittlere den Aequator enthaltende Zone dieses Planeten als eine ringförmige Masse in ihrer Integrität und Lage verblieben sei, so dass sie jezt als ein grosser Ring um den in seiner Mitte befindlichen neugebildeten kleineren Planeten, den dermaligen Saturn, frei schwebt. Dass die Aequatorialzone des Saturns nicht zusammenstürzte, sondern in ihrer Integrität und Lage verblieb, kam daher, weil sie in sich selbst einen hinreichenden Halt und Schutz hatte; denn da sie ein kreisförmiges, in seinem ganzen Umfange vollkommen geschlossenes Gewölbe bildete, und gemäss der grossen Schnelligkeit ihrer Rotation eine sehr grosse Schwung- und Centrifugalkraft besass, so war sie auch im Stande, der Centripetalkraft gehörig zu widerstehen.

Die vier kleinsten Planeten, nämlich die Vesta, Juno, Ceres und Pallas, sind vielleicht nur Bruchstücke eines zerplatzten grösseren Planeten. Dieses hat man auch schon früher vermuthet, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil diese Planeten sehr klein und ihre Bahnen nicht weit von einander entfernt sind, und weil man schon vor Entdeckung derselben aus dem bekannten Verhältnisse der Entfernungen der älteren Planeten von der Sonne den Schluss gezogen hatte, dass in dem grossen Raume zwischen Mars und Jupiter noch ein Planet existiren müsse. Wenn von jenem vermuthlich bestandenen grösseren Planeten nur ein kleines Stück, z. B. von der Grösse der Vesta, losgesprengt und nicht zu weit weggeschleudert worden wäre, so würde dieses Stück sofort als Mond um die übrige Masse des Planeten als um seinen Centralkörper

herumgelaufen sein; oder wenn aus dem ehemaligen Planeten nur zwei Theile von ungefähr gleicher Grösse entstanden, und nicht allzuweit von einander geschleudert worden wären, so hätten beide um einander, oder vielmehr um ihren gemeinschaftlichen Schwerpunct herumlaufen und also jeder einen Kreis beschreiben müssen. In diesem Falle hätten beide Theile, wenn sie an Grösse einander gleich gewesen wären, gleich grosse Kreise beschreiben; wenn sie aber an Grösse und Masse ungleich gewesen wären, so hätte der grössere Theil einen kleineren Kreis und der kleinere Theil einen verhältnissmässig grösseren Kreis beschreiben müssen, und beide hätten nebstdem zugleich mit einander um die Sonne laufen müssen. Wenn aber aus einem früher da gewesenen Planeten durch eine ungeheure Explosion mehre kleine Massen entsprungen und soweit von einander weggeschleudert worden sind, dass sie durch Anziehung nicht mehr hinreichend auf einander einwirken konnten, so mussten sie als selbstständige kleine Planeten um die Sonne laufen, wie die Vesta, Juno, Ceres und Pallas es wirklich thun.

Gestaltung und Bewegung der Monde. Gestaltung und Lage ihrer Bahnen. Da die Massen der Monde anfangs mehr oder weniger flüssig waren, wie die der Planeten, woraus sie entsprangen, so konnten und mussten sie auch eine kugelförmige Gestalt annehmen. Da die Monde nicht sehr weit von ihren respectiven Centralkörpern weggeschleudert worden, sondern immer in der Wirkungssphäre und unter der Herrschaft der Rotation und Circumtraction derselben geblieben waren, so mussten sie sich gegen ihre respectiven Planeten ebenso verhalten, wie diese sich gegen ihren respectiven Centralkörper, die Sonne, sich verhielten, d. h. sie mussten von dem Zeitpuncte an, wo sie aus ihrem Planeten entsprungen waren, in der Richtung der Rotation desselben fortfahren, also beständig um solche herumlaufen, und zwar dergestalt, dass ihre Bahnen nicht vollkommen kreisrund, sondern etwas elliptisch

wurden und die Ebene des Aequators ihres respectiven Centralkörpers unter kleinen Winkeln durchschnitten. Alle Monde hätten sich auch ebenso wie die Planeten um ihre Axe drehen müssen, wenn ihr Durchmesser und zum Theil auch ihre Bahngeschwindigkeit gross genug gewesen wäre, wie bereits (§. 17.) erklärt worden ist.

Anhang.

Ueber die eigenthümlichen Erscheinungen der Kometen.

Die Kometen zeichnen sich vor den andern Sternen dadurch aus, dass sie von einer nebelähnlichen Hülle umgeben, und gewöhnlich mit einem Schweife versehen sind, wesswegen sie auch «Schweifsterne», oder nach dem griechischen Worte «κομὴ» (Haar) Kometen oder Haarsterne genannt worden sind. Sie erscheinen als Sterne, welche anfangs in grosser Entfernung kaum sichtbar sind, dann mit wachsender Geschwindigkeit herbeieilen, an Grösse und Glanz in dem Maase zunehmen, wie sie der Sonne sich nähern, und endlich, wenn sie ihre Sonnennähe *(perihelium)* und ihren Wendepunct erreicht haben, sich in ihrem grössten Umfange und Glanz zeigen, worauf sie sofort sich wieder von der Sonne entfernen, und dabei an Geschwindigkeit, wie auch an Umfang und Glanz immer mehr abnehmen, bis sie endlich wieder unsern Augen ganz entschwinden.

Die Kometen laufen nicht alle in einer und derselben Richtung um die Sonne wie die Planeten, sondern sie laufen zum Theil auch in entgegengesezter Richtung, d. h. von Osten nach Westen, und die Menge der rückläufigen ist ungefähr eben so gross, als die der rechtläufigen. Sie sind nicht so nahe an die Ebene des Sonnenäquators gebunden, dass sie sämmtlich innerhalb der Zeichen des Thierkreises sich befinden, sondern sie können sich sehr weit davon entfernen, indem die Winkel, unter welchen sie die Ebene des Sonnenäquators durchschneiden, meistens sehr gross sind. Die Bahnen, welche die Kometen um die Sonne beschreiben, sind nicht so nahe kreisförmig wie die der Planeten, sondern ausserordentlich weit in

die Länge gezogen, so dass sie in dem Perihelium sehr nahe zur Sonne kommen, und in dem Aphelium sich ausserordentlich weit davon entfernen können. Man hat auch schon Kometen beobachtet, deren Bahnen so ausgedehnt waren, dass man sie für Parabeln oder Hyperbeln gehalten hat. «Die Analysis, sagt *Laplace*, welche vermöge ihrer Allgemeinheit alles umfasst, was aus einem gegebenen Gesetze abgeleitet werden kann, zeigt uns, dass nicht blos die Ellipse, sondern jeder Kegelschnitt vermöge der Kraft, welche die Planeten in ihren Bahnen erhält, beschrieben werden könne. Ein Komet kann sich also in einer Hyperbel bewegen, aber alsdann würde er nur einmal sichtbar sein und nach seiner Erscheinung sich über die Grenzen des Sonnensystems entfernen und sich neuen Sonnen nähern, um auch von diesen noch sich zu entfernen, und so würde er die verschiedenen durch den unermesslichen Himmelsraum vertheilten Systeme durchlaufen. Betrachtet man die unendliche Mannichfaltigkeit der Natur, so ist es wahrscheinlich, dass es dergleichen Körper gibt» *). Solche Kometen aber, wenn sie wirklich existiren, können nicht zu unserm Sonnensysteme gerechnet werden, da sie nicht beständig in dem Gebiete und unter der Herrschaft der Sonne bleiben, sondern sich unermesslich weit davon entfernen, und entweder nie mehr oder doch nur zufällig dahin zurückkommen.

Anzahl der Kometen. Die Anzahl der Kometen ist viel grösser als die der Planeten, lässt sich übrigens nicht genau bestimmen, sondern nur nach der Menge jener Kometen, welche man bisher beobachtet hat, beiläufig abschätzen, wobei jedoch grosse Irrthümer möglich sind. Von den bisher beobachteten Kometen bewegen sich während ihres Periheliums 25 in dem Raume zwischen der Sonne und dem Merkur, 48 in dem Raume zwischen dem Merkur und der Venus, 27 zwischen der Venus und der Erde,

*) *Laplace's* a. W. Th. II. S. 9—10.

20 zwischen der Erde und dem Mars, und jenseits des Mars sind erst 5 Kometen beobachtet worden. Jenseits des Mars gibt es verhältnissmässig viel weniger Kometen als diesseits, weil das Perihelium der Kometen meistens der Sonne sehr nahe ist, überhaupt nicht weit davon entfernt sein kann und gewöhnlich desto näher an die Sonne fällt, je weiter das Aphelium derselben davon entfernt ist. Es ist also unrichtig, wenn man annimmt, dass es in dem Sonnengebiete jenseits des Mars verhältnissmässig ebenso viel oder gar noch mehr Kometen geben müsse, als diesseits desselben, woher es auch kommt, dass die Anzahl der zu unserm Sonnensysteme gehörenden Kometen meistens viel zu gross angegeben wird. *Gruithuisen* schäzt die ganze Anzahl der bis jezt gesehenen Kometen auf 600. *Lambert* berechnet die Anzahl aller Kometen, welche ihr Perihelium zwischen der Sonne und der Uranusbahn haben, auf 12000, und aller derjenigen, welche zu unserm Sonnensysteme gehören, auf eine Million. *Littrow* gibt folgende Berechnung: «Man findet, dass von den bisher beobachteten Kometen 20 ihre Perihelien innerhalb der Merkursbahn und schon nahe 70 innerhalb der viel grösseren Venusbahn liegen haben. Diese beiden Zahlen verhalten sich aber nahe wie die Quadrate der Halbmesser dieser beiden Planetenbahnen. Denn, wenn man den Halbmesser der Merkursbahn für die Einheit annimmt, so ist der Halbmesser der Venusbahn gleich 1, 87 und das Quadrat derselben $3\frac{1}{2}$, und ebenso ist auch 70 durch 20 dividirt gleich $3\frac{1}{2}$. Sezt man dieses Verhältniss der Quadrate der Halbmesser auf die übrigen Planetenbahnen fort, so würde daraus folgen, dass die Anzahl der Perihelien, die zwischen die Bahn der Venus und die des Uranus fallen, sich wie die Quadrate von 1 und 28, d. h. wie die Zahlen von 1 und 784 verhalten. Da es nun, nach dem Vorhergehenden, 70 Kometenbahnen gibt, deren Perihelien innerhalb der Venusbahn fallen, so soll es 70 mal 784 oder 51880 Kometenbahnen geben, deren Perihelien noch innerhalb der

Uranusbahn liegen. Diese Zahl aber, so gross sie auch erscheinen mag, ist doch gewiss immer noch zu klein, weil wir von den in die Venusbahn fallenden Kometen nur die bisher in der That gesehenen 70 unserer Rechnung zu Grunde gelegt haben, da es doch gewiss noch viele geben wird, die wir nicht gesehen haben.» *Schubert* schäzt die Anzahl der zu unserm Sonnensysteme gehörenden Kometen auf 20 Millionen, und *Wurm* nimmt sogar an, dass in dem Raume zwischen der Sonne und dem Uranus über 237,000, und jenseits desselben bis zu einer Entfernung von 10,000 Erdweiten selbst an 64,000,000,000 Kometen das Sonnengebiet durchwandern.

Verschiedene Theile der Kometen. Man unterscheidet an den Kometen gewöhnlich den Kopf und den Schweif, oder auch den Kern, die Nebelhülle und den Schweif. Die feste Masse des Kometen, der Kern, gibt sich in der Mitte der Nebelhülle durch ein helleres Licht zu erkennen, ist rund, und meistens sehr klein. Die Kerne erscheinen meistens undeutlich begrenzt, so dass die Messungen derselben sehr schwierig sind und sehr leicht zu verschiedenen Resultaten führen, wie aus folgenden abweichenden Angaben von *Herschel* und *Schröter* hervorgeht:

Es betrug der Durchmesser des Kerns

	nach Herschel	*nach Schröter*
des Kometen im Jahr 1798	5	27 d. Meilen
» » » » 1805	6	50 » »
» » » » 1807	110	1000 » »
» » » » 1811	550	900 » »

Man hat auch schon mehrere Kometen beobachtet, in welchen kein Kern zu finden war, was wahrscheinlich daher kam, dass der Kern wegen Kleinheit seines Durchmessers in so grosser Entfernung nicht gesehen werden konnte; denn dass diese Kometen gar keinen Kern gehabt haben sollen, ist sehr unwahrscheinlich.

Die nebelartige Dunsthülle, welche den Kern umgibt, hat manchmal eine ganz kugelförmige Gestalt; in dem

Falle nämlich, wenn der Komet keinen Schweif hat, was schon mehrmals beobachtet worden ist; in den meisten Fällen aber ist sie an einer Seite geöffnet; wo sie sich verlängert und ausbreitet, wodurch der Schweif gebildet wird. Diese Dunsthülle ist gewöhnlich sehr leicht und locker, so dass man dadurch die hinter ihr befindlichen Sterne sehr gut sehen kann, und weniger lichtvoll als der Kern. Sie scheint mit der atmosphärischen Luft nicht identisch zu sein, sondern hauptsächlich aus einer Anhäufung von Dünsten zu bestehen, welche aus der tropfbar flüssigen oder auch selbst aus der festen Masse der Kometen entwickelt und fortwährend in einem sehr expandirten Zustande erhalten werden. Eine solche Anhäufung von Dünsten kann auf den Kometen desshalb sehr leicht statt finden: 1) weil sie wegen der Kleinheit ihrer Masse nur von einer sehr dünnen atmosphärischen Luft umgeben sind; indem die Dünste sich desto leichter, schneller und häufiger entwickeln können, je dünner die Luft ist*) und 2) weil sie während ihres Perihcliums der Einwirkung einer sehr starken Sonnenhitze ausgesezt sind. Eben diese Anhäufung von Dünsten, welche die (Kerne der) Kometen umgibt, ist auch Ursache, dass dieselben von einer erleuchteten Hülle eingeschlossen erscheinen. Dass die Hülle der Kometen nicht blos aus einer Luft bestehe, wie sie unsere Atmosphäre darbietet, gibt sich schon aus ihrer Beleuchtung zu erkennen; denn eine solche dünne Luft wäre nicht im Stande, das ihr von der Sonne zuströmende Licht hinreichend zu brechen und zurückzuwerfen, könnte also auch nicht so hell leuchtend sein, wie sie es wirklich ist. Die Richtigkeitcit jener Annahme erhellet auch daraus, dass die leuchtende Hülle den Kern des Kometen nicht zunächst und unmittelbar umgibt, sondern erst in einiger

*) Wie durch das schnelle Verdünsten des Wassers und anderer Flüssigkeiten in der verdünnten Luft unter dem Recipienten der Luftpumpe und auf hohen Gebirgen klar bewiesen wird.

Entfernung davon anfängt, so dass der Kern zunächst von einer dunklen Einfassung, und diese erst von der leuchtenden Hülle umgeben erscheint. Diese dunkle Einfassung kömmt wahrscheinlich daher, dass die Dunsthülle durch die grosse Sonnenhitze, welche der Komet während seines Periheliums erleidet, auf eine beträchtliche Strecke von dem Kern verdrängt und in einer gewissen Ausdehnung erhalten wird, und dass die den Kern zunächst umgebenden Luftschichten gemäss der grossen Hitze so sehr verdünnt sind, dass sie die Sonnenstrahlen nicht hinreichend brechen und zurückwerfen, also auch nicht erleuchtet erscheinen können *), während die dichteren in grösserer Entfernung von dem Kerne befindlichen Dünste im Stande sind, die Sonnenstrahlen gehörig zu brechen und zurückzuwerfen und folglich auch erleuchtet zu erscheinen. Dass die nebelartigen Hüllen der Kometen aus solchen durch die Hitze expandirten Dünsten bestehen, dafür sprechen auch die grossen Veränderungen, welche in denselben öfters statt finden, indem sie sich zuweilen sehr schnell ausserordentlich weit ausdehnen und bald wieder zusammenziehen. So z. B. sah *Schröter* die Hülle des Kometen vom Jahre 1799 und vom Jahre 1807 in dem Laufe eines Tages schon bis auf den vierten Theil ihres Durchmessers sich erweitern und wieder zusammenziehen. Diese Erscheinung mochte vielleicht daher kommen, dass vermöge der zunehmenden Hitze die den Kern zunächst umgebenden Luftschichten mehr expandirt, auch wohl selbst mehr Dünste aus der Masse des Kerns entwickelt wurden, so dass dieselben gemäss ihrer zunehmenden Expansivkraft sich beträchtlich ausbreiten, die sie einschliessenden Dunsthülle erweitern und endlich zersprengen konnten,

*) Für diese Vermuthung spricht der Umstand, dass durch diesen dunklen Ring selbst die kleinsten Sterne mit *ganz ungeschwächtem Lichte* durchblinken, wie man dieses z. B. bei dem grossen Kometen vom Jahre 1811 sehr deutlich sehen konnte.

worauf die Dunsthülle, nachdem das in ihr eingeschlossene Medium theils durch Ausströmung, theils durch Abkühlung das Uebermaas von Expansivkraft verloren hatte, sich wieder zusammenziehen und in den vorigen Zustand zurückkehren konnte. Aus einem ähnlichen Grunde entstehen vielleicht auch die äusserst schnellen, gleichsam zuckenden Verlängerungen und Verkürzungen, welche man bei einigen Kometenschweifen, z. B. *Chladni* bei dem grossen Kometen von 1811 beobachtet haben will.

Der Schweif der Kometen entsteht dadurch, dass die Dunsthülle sich nach einer Seite hin verlängert und ausbreitet, indem die Dünste, welche aus dem Kern des Kometen entstehen, durch die Einwirkung der Sonnenhitze beständig von der der Sonne zugewendeten nächsten Seite des Kometen grösstentheils verdrängt und nach der entgegengesezten Seite hingetrieben werden. Dass der Schweif eine Verlängerung der Nebelhülle der Kometen sei, und durch eine stärkere Einwirkung der Sonnenhitze entstehe, erhellet daraus, dass alle Kometen erst dann einen Schweif bekommen, wenn sie sich der Sonne nähern; dass der Schweif bei fortgesezter Annäherung zur Sonne nach und nach immer grösser wird und immer dann am grössten erscheint, wenn die Kometen ihr Perihelium erreicht oder eben passirt haben, und dass derselbe nachher an Grösse wieder abnimmt, sowie die Kometen sich weiter von der Sonne entfernen. — Der Schweif befindet sich gewöhnlich in der Verlängerung derjenigen geraden Linie, welche von der Sonne zu dem Kometen führt; er ist jedoch gewöhnlich etwas gebogen, und zwar dergestalt, dass die concave Seite desselben immer nach derjenigen Gegend hinsieht, welche derselbe eben durchwandert hat. Diese Erscheinung kömmt daher, dass der Schweif und zwar vorzüglich der äusserste, entfernteste Theil desselben immer ein wenig hinter dem Kometen in der Bahn zurückbleibt, theils wegen der Trägheit der Materie, theils auch, weil ihm die durch den ganzen Weltraum verbreitete

dünne Luft stets einigen Widerstand leistet. Die Gestalt und Richtung der Kometenschweife ist wahrscheinlich auch von der Anziehung grosser Weltkörper abhängig; denn da dieselben vermöge ihrer Anziehungskraft im Stande sind, die Bewegung und Richtung der Kometen beträchtlich zu verändern, so lässt sich vermuthen, dass sie auch auf die Bildung und Richtung der Schweife mehr oder weniger Einfluss haben können.

Die Kometenschweife sind an Grösse sehr verschieden. Die Schweife der Kometen von 1577 und 1664 waren über 20 Grade lang. Der Komet von 1456 hatte einen Schweif, welcher sich über 60 Grade weit erstreckte, also den dritten Theil des uns sichtbaren Himmels einnahm. Der Komet, welcher zu *Kepler's* Zeiten im Jahre 1618 erschien, hatte einen Schweif, welcher sich über 100 Grade ausbreitete und noch nicht ganz aufgegangen war, wenn sein Kopf schon im Zenith des Beobachters stand. Der Komet des Jahres 1680 war so gross, dass, obgleich er bald nach der Sonne unterging, dennoch die ganze Nacht hindurch ein Theil seines über 70 Grade langen, sehr breiten und hellen Schweifes über dem Horizonte zu sehen war. Der Komet des Jahres 1769 hatte einen Schweif, welcher über 97 Grade lang war, und somit eine Strecke von mehr als 40,000,000 Meilen am Himmelsgewölbe einnahm.

Die meisten grösseren Kometenschweife erscheinen in ihrer Mitte der Länge nach getheilt durch einen breiten etwas dunklen Streifen, wodurch sie das Ansehen bekommen, als ob sie doppelt wären. Diese Erscheinung kömmt daher, weil die Dünste, welche durch die Einwirkung der Sonnenhitze vorzüglich auf der der Sonne zugewendeten Oberfläche des Kometenkerns entwickelt, und von da nach der entgegengesezten Seite fortgetrieben werden, sich kegelförmig ausbreiten und den hinter dem Kometenkerne befindlichen Raum nicht ausfüllen, so dass der Schweif, welchen sie bilden, seiner ganzen Länge

nach inwendig hohl ist, und daher auch an seinen Rändern, wo man wegen der schiefen Stellung der Schichten die leuchtenden Dünste viel häufiger, dichter hinter einander sieht, viel heller erscheinen muss, als in seiner Mitte, wo man senkrecht durch die Dunstschichten sieht. Der dunkle Streifen, welcher den Kometenschweif der Länge nach theilt, erscheint um so schmäler, je kleiner der Kern des Kometen ist, weil dann der Raum, welchen die aufsteigenden Dünste hinter demselben frei lassen, desto schmäler ausfällt. Demnach kann jener dunkle Streifen so gering sein, dass er wenig oder gar nicht bemerkt wird, und mithin der Kometenschweif ungetheilt erscheint. Im Gegentheil aber muss der dunkle Streifen desto breiter und deutlicher erscheinen, je grösser der Kern des Kometen ist, weil dann auch der Raum, welchen die ausgebreiteten Dünste hinter demselben frei lassen, desto grösser ausfällt. Daher war diese Erscheinung sehr auffallend und deutlich bei dem Kometen von 1811, dessen Kern einen verhältnissmässig sehr grossen Umfang hatte.

Leuchten der Kometen. Das Leuchten der Kometen scheint wohl hauptsächlich darauf zu beruhen, dass sie das ihnen von der Sonne zuströmende Licht reflectiren. Für diese Annahme spricht insbesondere die Erscheinung, dass der Kern der Kometen immer ein helleres Licht zeigt, als die ihn umgebende nebelähnliche Hülle und der Schweif. Der ältere *Herschel* und *Schröter* hielten die Kometen für selbstleuchtend, dasselbe behauptet auch *Gruithuisen*. Auch nach unserer Ansicht ist es sehr wahrscheinlich, dass mehre Kometen ein eignes Licht entwickeln; denn es steht zu vermuthen, dass die chemische Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Elementarstoffen, welche auf der Sonne vulkanische Explosionen hervorgebracht hat und noch jezt an der Oberfläche derselben fortwährend Wärme und Licht entwickelt, auch auf den aus ihr entsprungenen Kometen noch eine längere oder kürzere Zeit hindurch, wenn gleich mit abnehmender In- und Extensität

fortgedauert hat und dass derselbe Prozess auf mehren Kometen zum Theil noch jezt fortdauern möge. Ein solcher Combustionsprozess könnte bei einem hohen Grade von Stärke und Ausdehnung die Kometen in ein sehr helles Licht setzen, so dass sie im Stande wären, sich selbst am hellen Tage bemerkbar zu machen, wie es mehre Kometen wirklich gethan haben. Der nämliche Prozess mag vielleicht auch zur Erzeugung und Vergrösserung der Dunsthülle und des Schweifes der Kometen viel beitragen; namentlich könnte in dem Falle, wenn der Combustionsprozess auf einmal sehr heftig würde, die oben erwähnte Erscheinung statt finden, wo die Dunsthülle sich auf einmal ausserordentlich weit ausbreitete und bald wieder zusammenzog; ebenso könnten vielleicht auch die oben (S. 144.) erwähnten äusserst schnellen, gleichsam zuckenden Verlängerungen und Verkürzungen der Kometenschweife entstehen, besonders in dem Falle, wenn auf dem Kometen eine heftige Explosion statt fände. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass die selbstleuchtenden Kometen überhaupt selten vorkommen, dass sie ihr Licht meistens von der Sonne erhalten, und desto heller und prachtvoller erscheinen, je grösser ihr Kern und ihre Nebelhülle ist, und je mehr sie in ihrem Perihelium sich der Sonne und der Erde nähern.

Veränderungen der Umlaufszeit und des Aussehens der Kometen. Die Kometen vollenden ihren Umlauf um die Sonne nicht immer in einem bestimmten Zeitraume, sondern sie kommen manchmal später, manchmal früher zur Sonnennähe zurück. Ein Beispiel von solcher Unregelmässigkeit gewährt der Komet von 1682, welcher schon vorher in den Jahren 1607 und 1531 beobachtet worden und später im Jahre 1759 wieder erschienen war, und nach *Halley*, der zuerst den Umlauf desselben berechnet und seine Wiederkunft vorausgesagt hatte, der *Halley*'sche genannt worden ist. — Die grosse Axe der Bahn dieses Kometen ist, wenn man die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne als

Einheit annimmt, ungefähr 35, 9; und da sein Abstand in der Sonnennähe nur 0, 58 beträgt, so entfernt er sich von der Sonne während des Apheliums wenigstens 35 mal mehr als die Erde, so dass er eine sehr excentrische Ellipse durchläuft, wozu er im Mittel aus den bisher beobachteten Erscheinungen 75 bis 76 Jahren braucht. Die Zeit seiner Rückkehr zur Sonnennähe war von 1531 bis 1607 um 15 Monate länger, als die von 1607 bis 1682, hingegen war sie von 1607 bis 1682 um 18 Monate kürzer, als von 1682 bis 1759. Diese Unregelmässigkeit entstand dadurch, dass der Komet während seines Umlaufes durch die Anziehung grosser Weltkörper, namentlich des Jupiter, Saturn und Uranus, beträchtliche Störungen erfuhr, und dadurch sowohl die Richtung als auch die Schnelligkeit seiner Bewegung beträchtlich verändert wurde.

Auch das Aussehen der Kometen bleibt sich nicht immer gleich, sondern erleidet beträchtliche Veränderungen, namentlich ist die Grösse und Gestalt der Schweife öfters sehr verschieden. So z. B. erschien der *Halley*'sche Komet im Jahr 1456, wo er näher an der Erde vorbeiging, ausserordentlich gross und glänzend. Bei den zwei nächstfolgenden Erscheinungen in den Jahren 1531 und 1607 zeigte er sich auch noch in einer grossen Pracht; bei der späteren Wiederkehr im Jahre 1682 erschien er schon beträchtlich kleiner, und seine Erscheinung im Jahre 1759 war noch weniger ausgezeichnet. — Eine solche Veränderung des Aussehens der Kometen kann von verschiedenen Ursachen herrühren; so z. B. kann sie bei selbstleuchtenden Kometen statt finden, wenn der chemische Prozess, wodurch ihr Licht und Glanz hervorgebracht wird, an In- und Extensität abgenommen hat; ferner kann sie bei denjenigen Kometen, welche ihre Pracht dem Sonnenlichte verdanken, leicht eintreten, wenn dieselben bei ihrer Wiederkehr im Perihelium in einer grösseren Entfernung und in einer weniger günstigen Stellung an der Erde vorübergehen; oder wenn vielleicht selbst ihre Ent-

fernung von der Sonne im Perihelium beträchtlich zugenommen hat, z. B. in Folge von Störungen, welche sie in ihrem Laufe durch die Anziehung anderer grosser Weltkörper erlitten haben; oder endlich, wenn sie während ihres Umlaufes einen Theil ihrer dunstförmigen Umgebung namentlich ihres Schweifes verloren haben, z. B. wenn sie sehr nahe an andern grossen Weltkörpern vorübergegangen sind.

Mainz,

gedruckt bei Florian Kupferberg.

Nr. I. Tabellarische Uebersicht der Planeten, ihrer Verhältnisse zu einander und zur Sonne.

Namen und Zeichen der Planeten.	Volumen in Millionen Kubikmeilen.	Entfernung von der Sonne			Unterschied zwischen der kleinsten und grössten Entfernung.	Neigung d. Bahn zur Ebene d. Sonnenäquators nach d. Berechnungen		Zeitraum des Umlaufes um die Sonne.	Mittlere Bahngeschwindigkeit während einer Secunde.		Zeitraum der Umdrehung um die Axe.	Grösse d. Durchmessers in d. Meilen.
		kleinste	mittlere	grösste		von Fischer	v. Cassini		in d.M	in p. Fuss		
☿ Merkur	104,5	6412966,2	8073747,6	9734529	3321562,8	2°54′ 4″,09	3°10′6″	87 Tag. 23 St.	6,7	152448	24 St. 5,5 M.	600
♀ Venus	2280,0	14981922,44	15086520,15	15191117,86	209195,42	4° 9′12″,25	4° 6′0″	224 Tag. 17 St.	4,9	111525	23 St. 21,3 M.	1678
♁ Erde	2660,0	20505945	20857008	21208073	702130	7°30′ 0″	7°30′0″	1 Jahr 6 St.	4,7	94850	23S. 56,07 M.	1719
♂ Mars	467,0	28822773,6	31779645,7	54736517,8	5913744,289	5°49′54″,98	5°50′0″	1J. 322T. 17St.	3,4	76840	24 S. 40,0 M.	1000
⚵ Vesta	0,104	44920988,4	49121087	53321185,6	8400197,2	4°27′31″,43		3Jahr. 346Tag.	2,7	61700	»	59
⚴ Juno	14,56	41446601	55628847	69811093	28364492	16°27′48″,18		4Jahr. 126Tag.	2,6	58040	»	308
⚳ Ceres	212,50	53197524	57719789	62242054	9044530	3°45′28″,02		4Jahr. 221Tag.	2,5	57026	»	350
⚴ Pallas	44,60	43601598	57751975	71902352	28300754	37° 8′12″,6		4Jahr. 215Tag.	2,5	57000	»	452
♃ Jupiter	3500000	105272002,05	108495777,55	115719553,05	10447551	6°24′15″,86	6°22′0″	11J. 314T. 20S.	1,7	41590	9 St. 55,7M.	19980
♄ Saturn	2500000	187719120	198984136	210249152	22530032	5°57′27″,63	5°55′0″	29J. 166T. 19S.	1,3	30710	10 S. 16,0 M.	16290
♅ Uranus	201000	380235449	397989255	415743061	35511612	6°44′ 5″,28		84J. 87T. 18St.	1,0	21650		7488

Nr. II. Tabellarische Uebersicht der Monde, ihrer Verhältnisse zu einander und zu ihren Centralkörpern.

	Erde	Jupiter	Saturn	Uranus
Zeitraum des Umlaufes der Monde um den Planeten.	27 Tag. 7 St. 43 M.	1 Tag. 18 St. 27 M. 3 » 13 » 15 » 7 » 3 » 42 » 16 » 16 » 32 »	0 Tag. 22 St. 57 M. 1 » 8 » 53 » 1 » 21 » 18 » 2 » 17 » 44 » 4 » 12 » 25 » 15 » 22 » 41 » 79 » 7 » 55 »	5 Tag. 21 St. 25 M. 8 » 17 » 1 » 10 » 23 » 4 » 13 » 11 » 5 » 38 » 1 » 49 » 107 » 16 » 40 »
Durchmesser der Monde in deutschen Meilen.	466 d. M.	560 d. M. 460 » 810 » 566 »	» » 140 d. M. 140 » 560 » 1030 » 618 »	gänzlich unbekannt
Mittlere Entfernung der Monde von dem Mittelpuncte des Planeten.	51600 d. M.	54980 d. M. 87470 » 139350 » 243400 »	23081 d. M. 52059 » 59835 » 81055 » 71507 » 165302 » 481809 »	49125 d. M. 64425 » 74502 » 85186 » 170585 » 340745 »
Anzahl der Monde.	I.	II. III. IV.	I. II. III. IV. V. VI. VII.	I. II. III. IV. V. VI.
Schnelligkeit der Rotation am Aequator in einer Secunde.	1422 par. F.	39070 p. Fuss.	33500 par. Fuss.	
Dauer der Rotation.	23 St. 56 M.	9 St. 55 Min.	10 Stund. 16 Minut.	unbekannt.
Umkreis am Aequator.	5400 d. Meil.	39430 d. Meil.	32631 deut. Meilen.	22839 deut. Meilen.
Namen der Planeten.	Erde	Jupiter	Saturn	Uranus

Die Mondbahn hat im Umkreis eine Länge von 325550 Meilen.

Die Geschwindigkeit des Mondes in seiner Bahn beträgt täglich in der mittleren Entfernung 12000 Meilen, in der Erdnähe 13560 Meilen, in der Erdferne 10,440 Meilen.

Die Planetoiden haben durchschnittlich eine Geschwindigkeit

von $2\frac{1}{2}$ Meilen in 1 Secunde
von 150 Meilen in 1 Minute
von 9000 Meilen in 1 Stunde.
von 216000 Meilen in 24 Stunden.

Eine geographische Meile ist = 23,642 – 23,661 Rheinl. Fuß = $1\frac{1}{2}$ Stunde
Eine geographische Meile = $4\frac{3}{5}$ englische Meilen.

1 engl. Meile = 5135 rheinländische Fuß.

zu Seite 126. u. 127.

Der Komet von 1668 näherte sich der Sonnenoberfläche bis auf 2602 geograph. Meilen; der Komet 1680 bis auf 40442; und der von 1843 bis auf 18932 geograph. Meilen. Dabei ist von großer Wichtigkeit und sehr zu berücksichtigen die außerordentliche Schnelligkeit, womit die Kometen ihre Bahn in der Sonnennähe durcheilen. Um nämlich, vom Mittelpunkt der Sonne aus gesehen, von 90 Grad vor, bis 90 Grad nach der Sonnennähe, also einen Bogen von 180 Grad zu durchlaufen, brauchte der Komet von 1680 nur 1 Stunde 25 Minuten 0 Secunden; der Komet von 1843 nur 1 Stunde, 5 Minuten 48 Secunden; und der Komet von 1668 nur 52 Minuten 20 Secunden. (Zeitschr. d. Allg. d. naturhist. Ztg. II 1856. 10.). Froriepes Notizen. Jahrgang 1856. IV Band. No 19. S. 202. Nach den Berechnungen des Berliner Astronomen Bruhns hat der Donatische Komet vom Jahre 1858. eine sehr lang gestreckte Ellipse, deren größter Durchmesser gegen 7000 Millionen Meilen lang ist, und eine Umlaufszeit von 2102 Jahren. Darnach wird der Komet sich bis zum Jahre 2909 fortwährend von der Sonne entfernen; seither geschah dieß mit einer Geschwindigkeit von fast acht geographischen Meilen in der Secunde d. h. mit einer Geschwindigkeit, welche die eines dahinrasenden Eisenbahnzuges beiläufig 4000 mal, und die einer fliegenden Kanonenkugel 200 mal übertrifft. Des Kometen Geschwind-

Meine in den §§. 21 und 22 ausgesprochenen Vermuthungen über den auf und an der Sonne Statt findenden Verbrennungsproceß, über die Natur der Sonnenflecken und Sonnenflammen, und namentlich die Behauptung, daß bei diesem Verbrennungsproceß das Wasserstoffgas eine Hauptrolle spiele, und daß dabei auch das Kalium und Natrium betheiligt sey, wird durch die neueste Beobachtung und Spectral-analyse des Astronomen Pater Secchi bestättigt.

GETTY RESEARCH INSTITUTE
3 3125 01378 2020